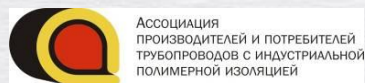


Открытое акционерное общество
«Научно-производственное предприятие
«КОМПЕНСАТОР»
**Производство сильфонных
компенсаторов**



АССОЦИАЦИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ И ПОТРЕБИТЕЛЕЙ
ТРУБОПРОВОДОВ С ИНДУСТРИАЛЬНОЙ
ПОЛИМЕРНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

NONCOMMERCIAL
PARTNERSHIP
"RUSSIAN
HEAT SUPPLYING"



НЕКОММЕРЧЕСКОЕ
ПАРТНЕРСТВО
"РОССИЙСКОЕ
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ"





Создание комплексной базы по проектированию, стандартизации и производству сильфонных компенсаторов

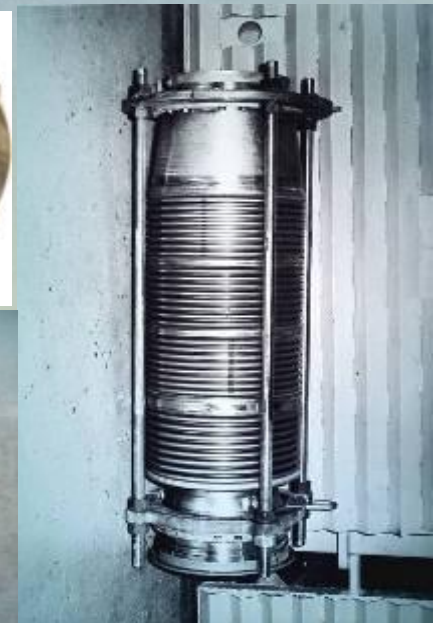
В 1975 году Советом Министров СССР было принято решение о закупке лицензии у фирмы "Metallschlauch-Fabrik Pforzheim" ("Hydra") и подписано лицензионное соглашение 73/15607, по которому СССР передавались конструкторская документация и "Know-how" для производства сильфонных компенсаторов диаметром от 65 до 3000 мм. Одновременно с лицензией фирма продавала технологическое и испытательное оборудование для изготовления сильфонных компенсаторов.

Создаваемая комплексная база по проектированию, стандартизации и производству сильфонных компенсаторов должна была состоять из специального конструкторско-технологического бюро с опытным производством и цеха серийного производства с заготовительным и механическими отделениями, рассчитанным на годовой выпуск до 50 тысяч компенсаторов диаметром от 65 до 3000 мм.



Создание сильфонных компенсаторов многоразовой космической системы «Энергия-Буран»

Решение военно-промышленной комиссии Президиума Совета Министров СССР от 23.10.78 г. № 265 о сильфонных компенсаторах многоразовой космической системы "Энергия - Буран" предусматривало создание восьми типоразмеров сильфонных компенсаторов с условным диаметром 200-500 мм.

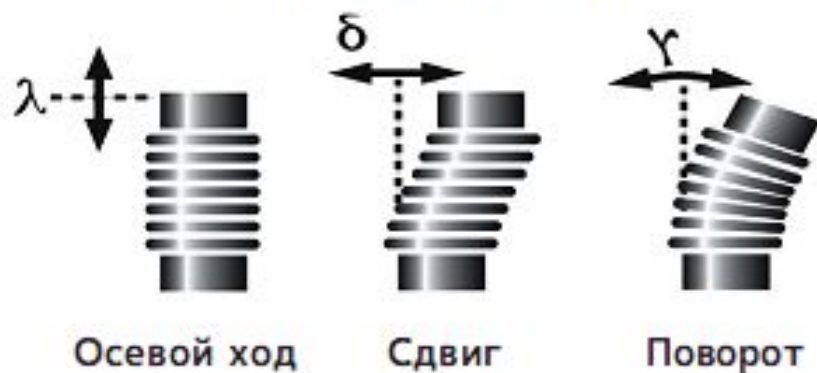


СИЛЬФОНЫ



Основной элемент сильфонного компенсатора – многослойный сильфон – упругая осесимметричная гофрированная металлическая оболочка, способная растягиваться, сжиматься, изгибаться или сдвигаться под действием давления, температуры, силы или момента силы.

Виды деформаций



Конструкция и геометрия сильфонов выбирается нашими специалистами с учетом всех нагрузок, действующих на сильфон (давление, перемещение, количество циклов, температура среды, наличие вибрации).



1300 °C*

550 °C

-236 °C



100 кгс/см²

⇔ до 300 мм ⇔



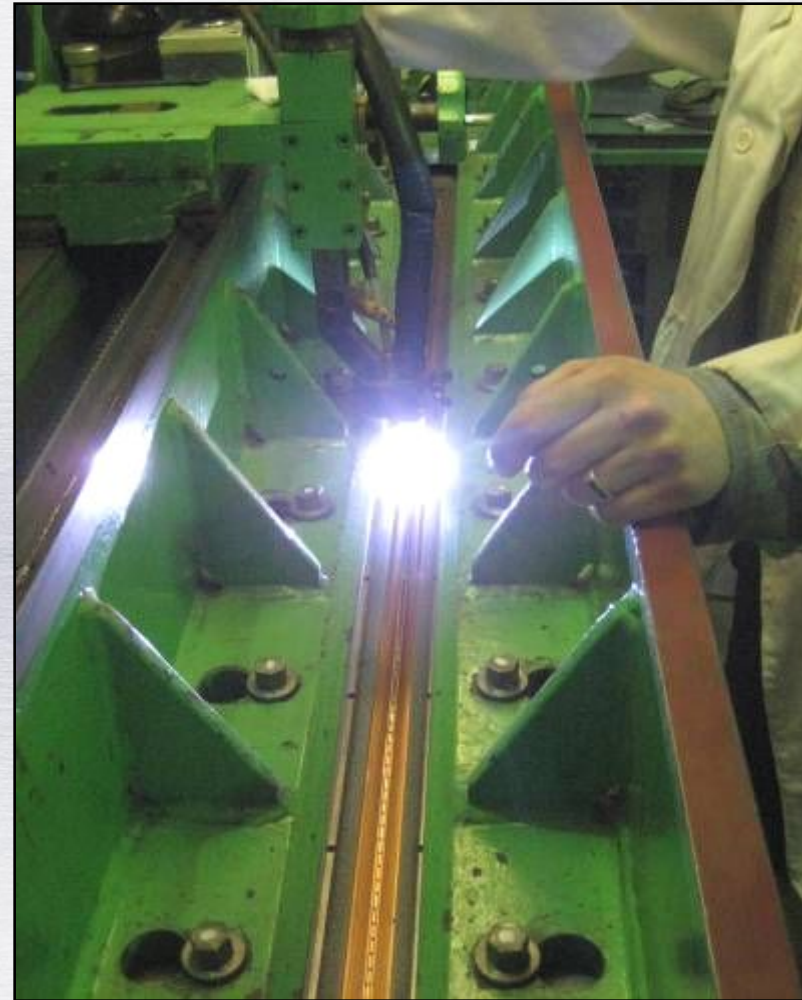


Изготовление обечаек



Многослойные трубы-заготовки сильфонов (обечайки) изготавливаются из тонколистовой рулонной стали марки AISI 321 толщиной 0,3 и 0,5 мм.

Сварка обечаек



Обечайки свариваются автоматической аргодуговой сваркой на специальном сварочном оборудовании.



Сваренные обечайки



Радиографический контроль сварных швов обечаек



После сварки сварные швы обечаек при необходимости подвергаются радиографическому контролю.

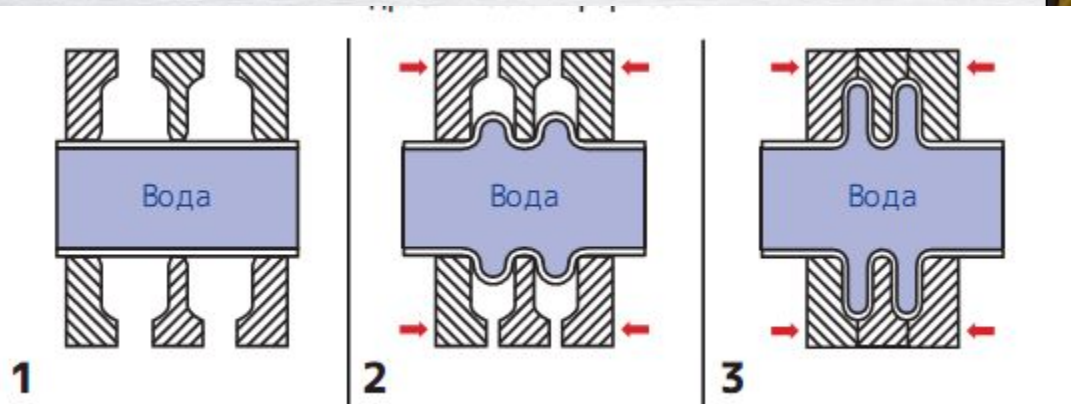
Сборка обечаек



Сваренные обечайки собираются в пакет.

В зависимости от требуемых параметров сильфона суммарная толщина пакета может достигать 10 мм (20 обечаек толщиной 0,5 мм)

Гидроформование сильфонов



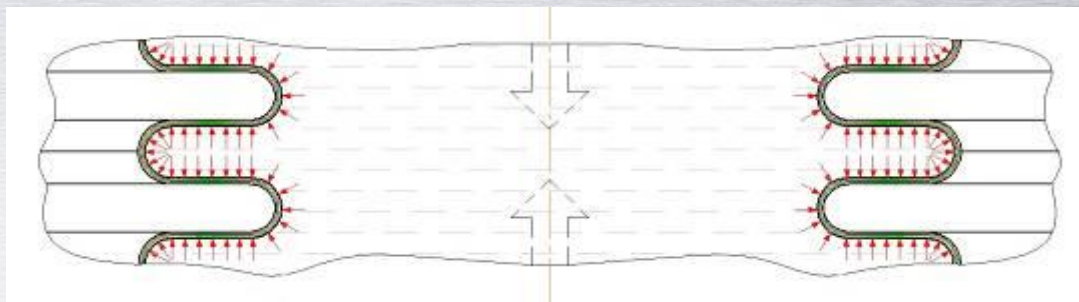
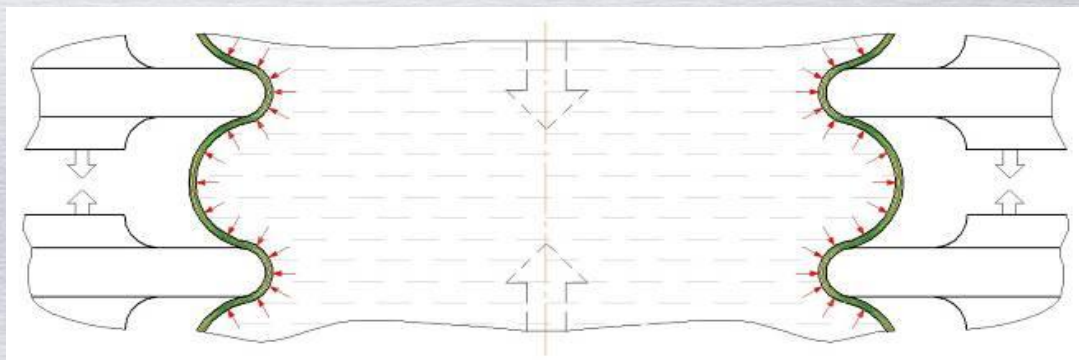
Гидравлический метод формовки обеспечивает равномерное удельное давление по всей площади формуемого изделия и соответственно равномерное удлинение металла. При этом утонения металла на вершинах и впадинах гофров не происходит





Гидроформование сильфонов

Сильфоны изготавливаются из многослойных труб-заготовок (обечаек) методом гидравлического формования в специальной оснастке с использованием гидравлических прессов.





Гидроформование сильфонов



Формовочная оснастка обеспечивает одновременную формовку всех гофров сильфона.

После окончания формовки формовочное давление повышается на 25% для уплотнения слоев сильфона между собой.





Гидроформование сильфонов



Типы сифонов Гидроформование сифонов



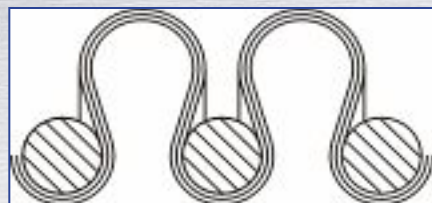
Сифон U-образной формы,
однослойный



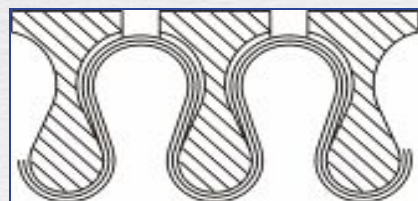
Сифон U-образной формы,
двухслойный



Сифон U-образной формы,
многослойный



Сифон Ω -образной формы,
многослойный, с подкрепляющими
кольцами круглого сечения



Сифон Ω -образной формы,
многослойный, с подкрепляющими
кольцами T-образного сечения



Формование сильфонов резиновыми эластомерами





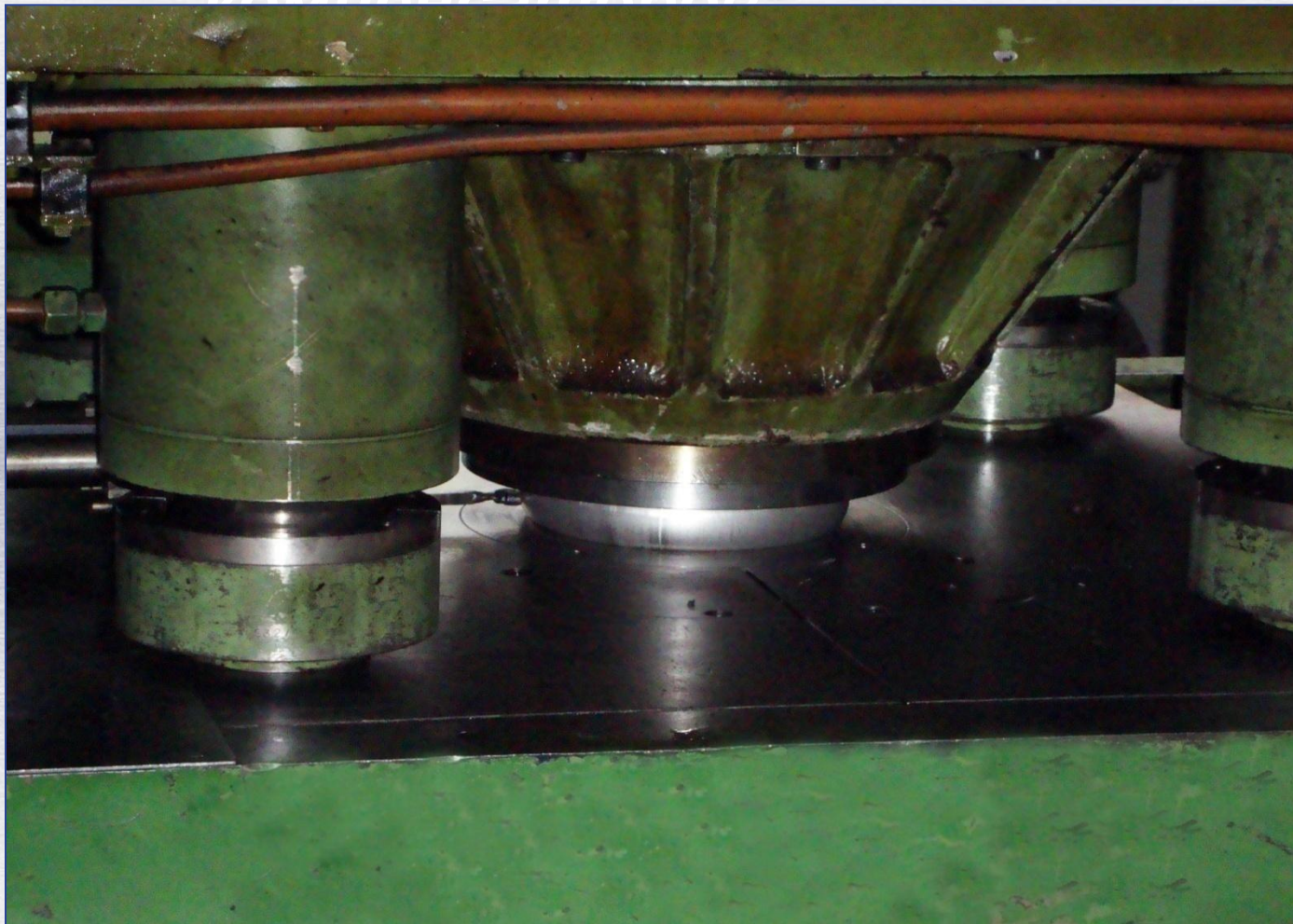
Формование сильфонов резиновыми эластомерами



Сильфоны, отформованные на специальных прессах резиновыми эластомерами, не уступают по качеству и техническим характеристикам гидроформованным сильфонам.



Производство сильфонных компенсаторов



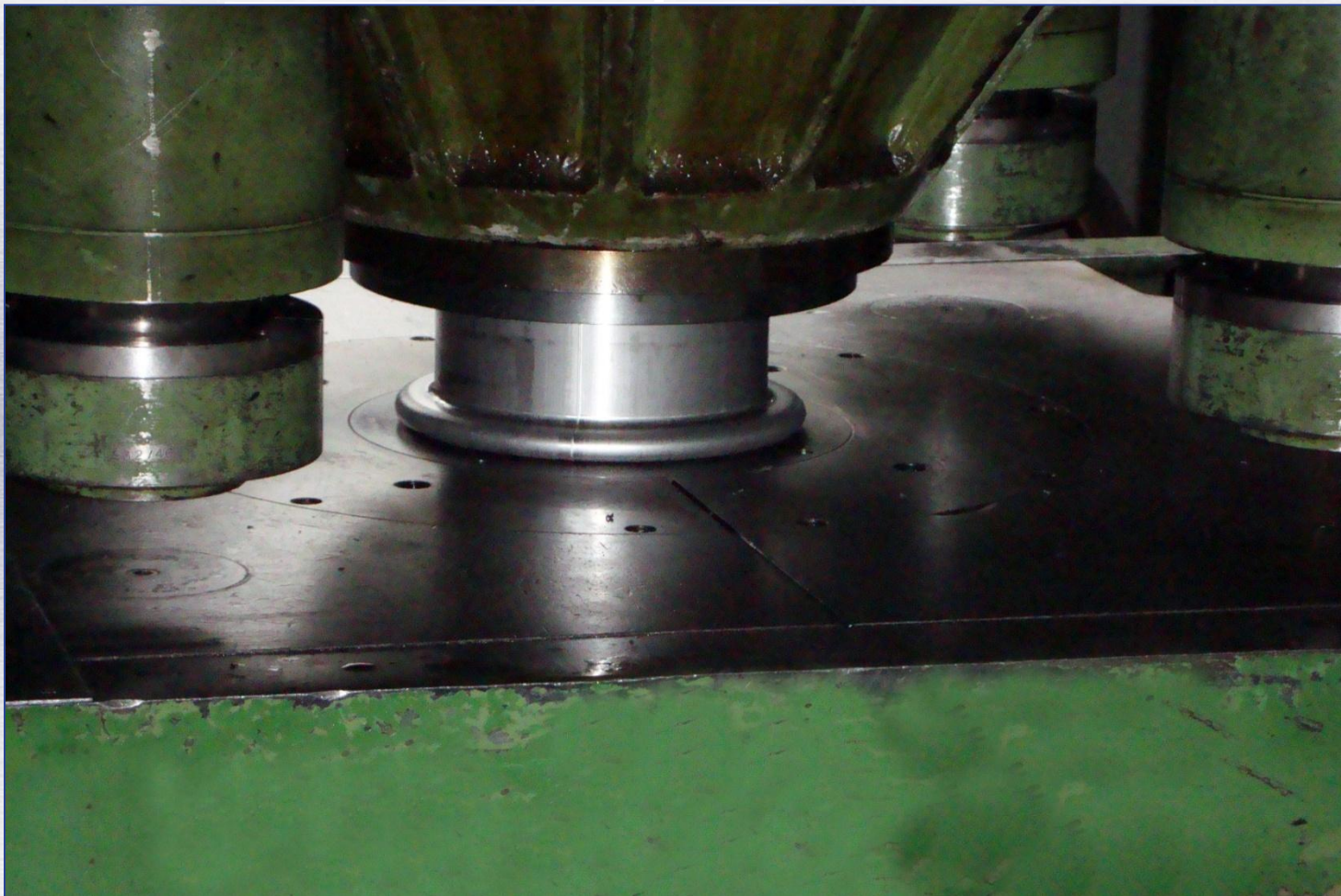


Производство сильфонных компенсаторов

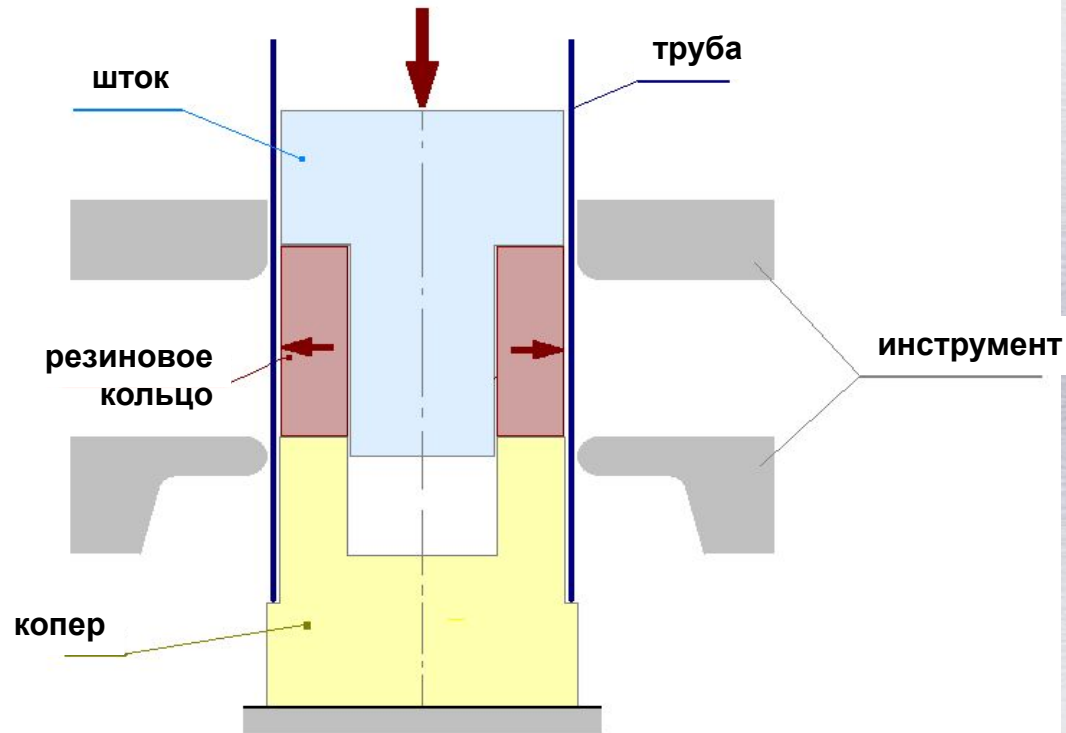




Производство сильфонных компенсаторов



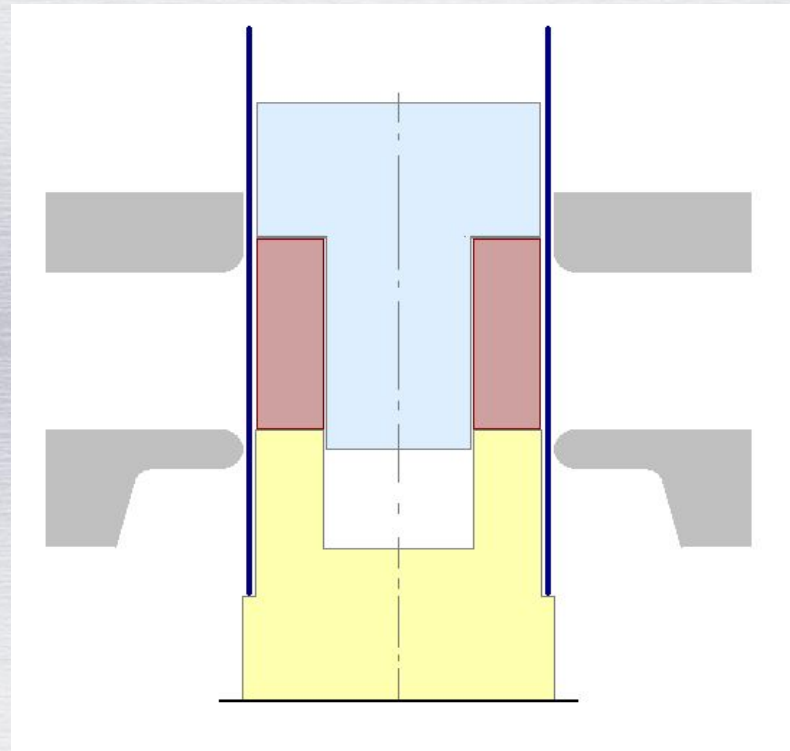
Формование сильфонов резиновыми эластомерами



Эластомерная гидроформовка

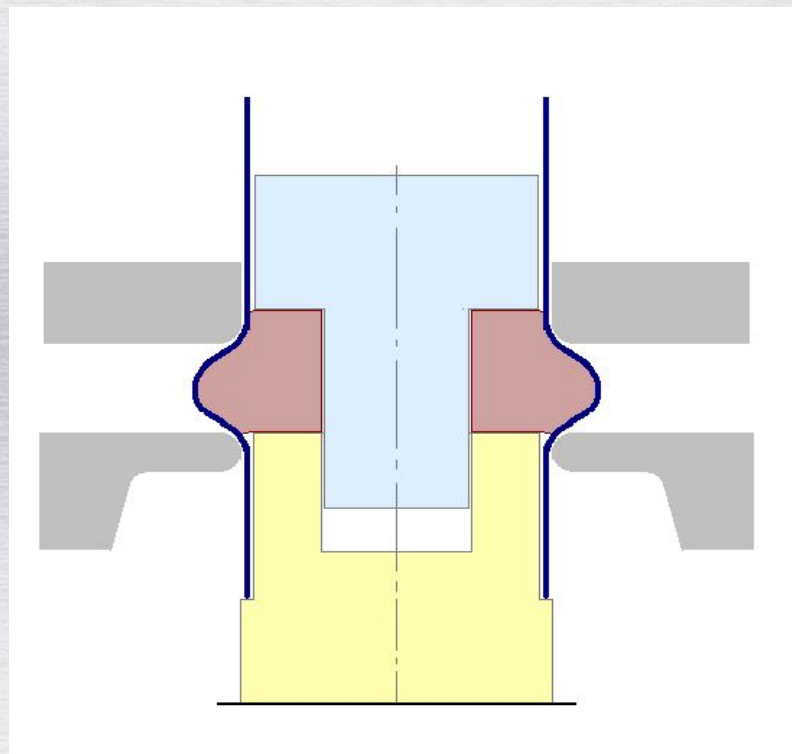


Формование сальфонов резиновыми эластомерами



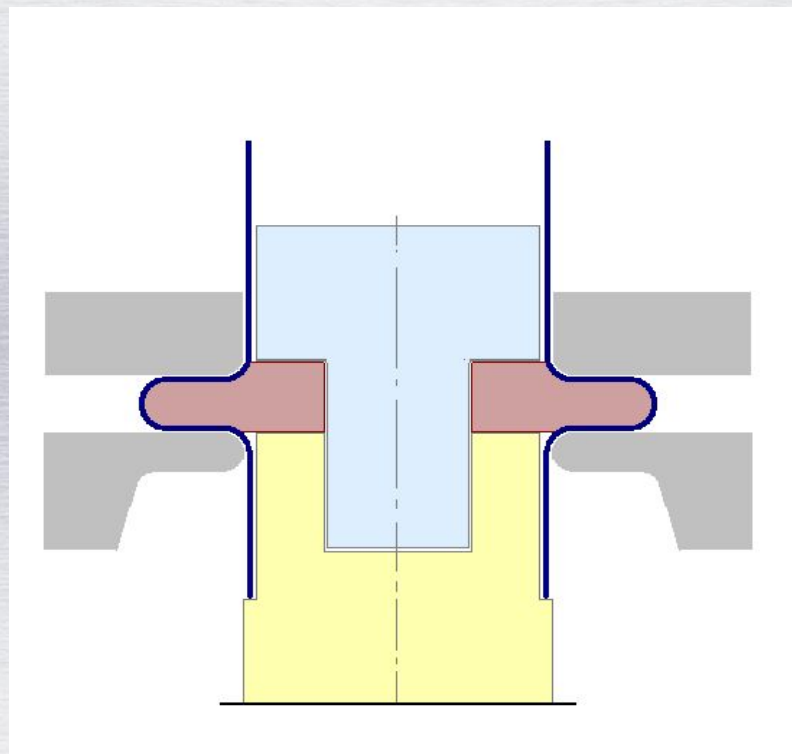


Формование сифонов резиновыми эластомерами



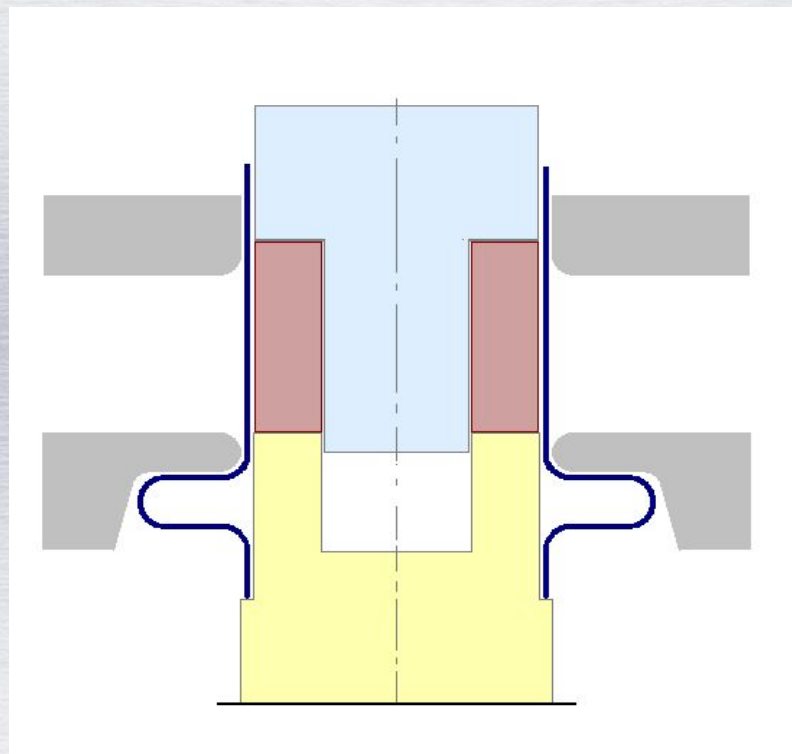


Формование сальфонов резиновыми эластомерами



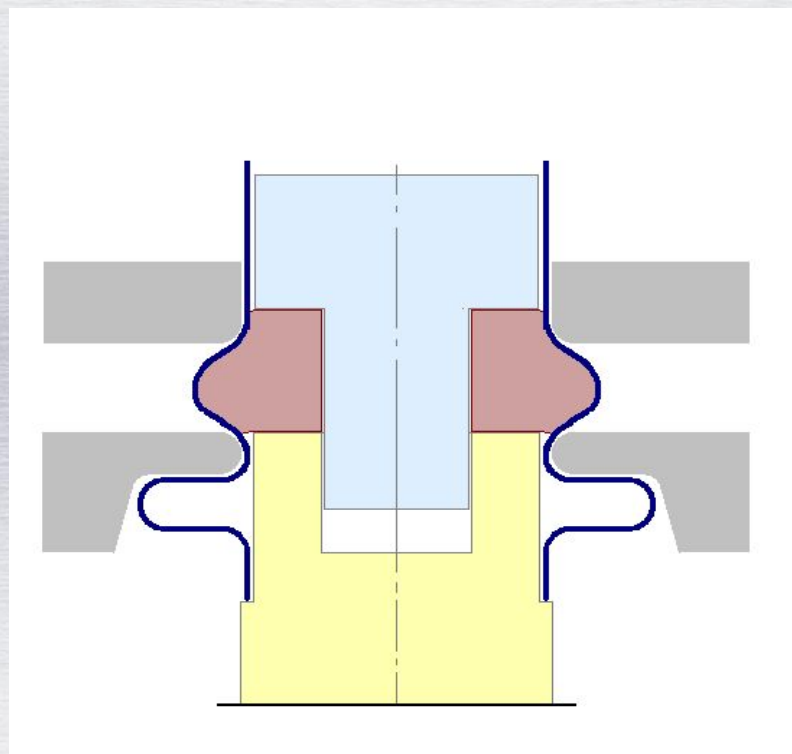


Формование сальфонов резиновыми эластомерами



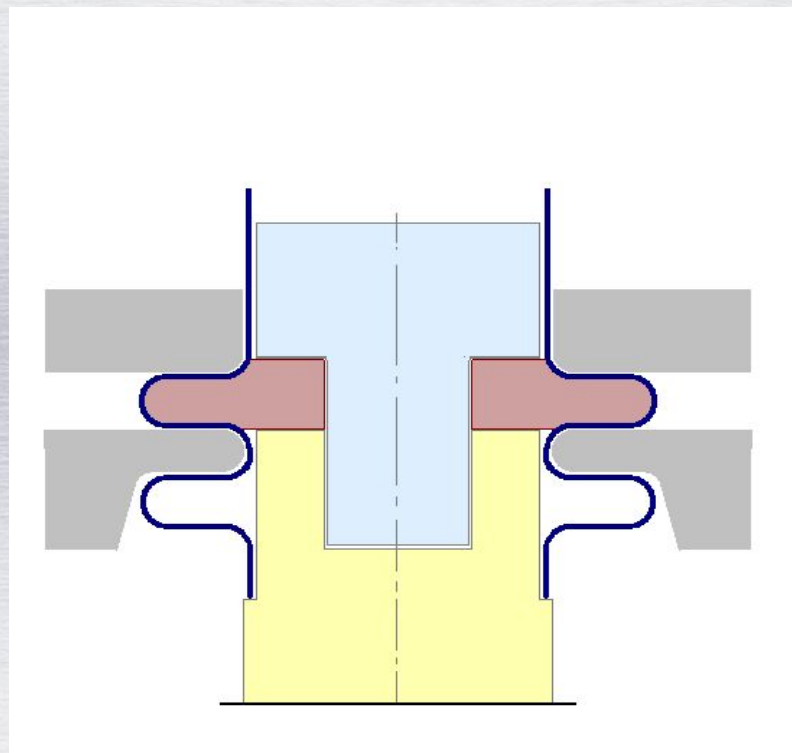


Формование сальфонов резиновыми эластомерами





Формование сальфонов резиновыми эластомерами





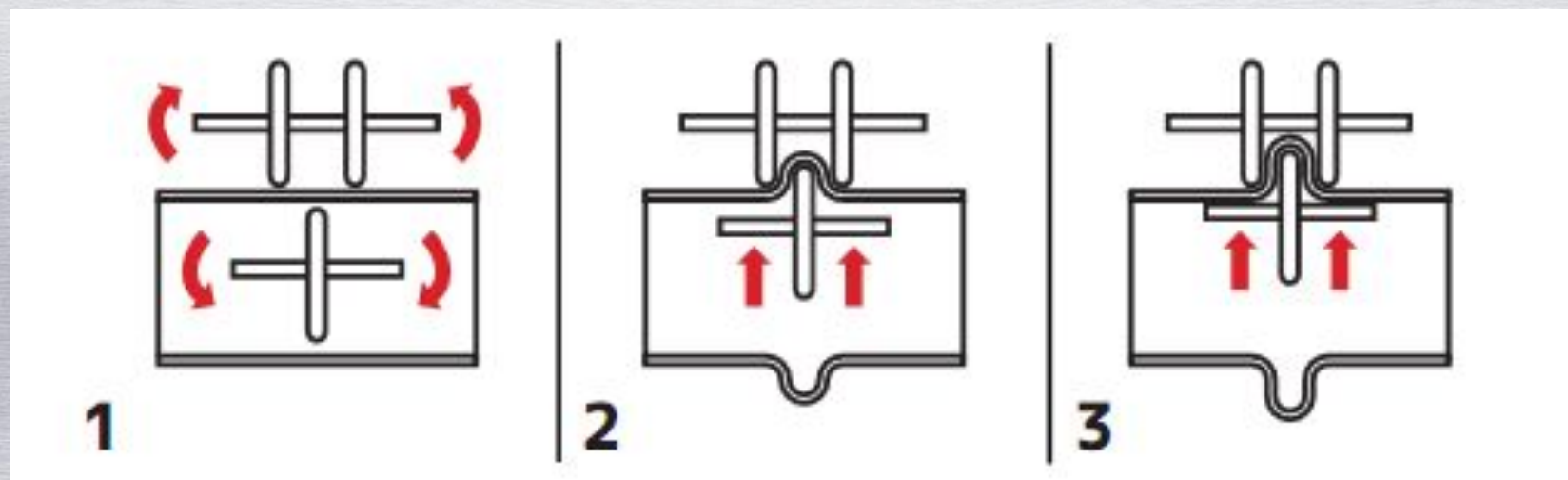
Изготовление сильфонов способом раскатки



Данным способом изготавливаются
сильфоны DN 1600 ... 5000 мм



Изготовление сильфонов способом раскатки





Подрезка бортиков сильфонов



Подрезка бортиков сильфонов, необходимых только при уплотнения в формовочной оснастке, в заданный размер производится на дисковых ножницах за один проход

Сушка сифонов



С целью испарения влаги из межслойного пространства после гидроформования все сифоны длительное время выдерживаются в печи, разогретой до 250...300°C

Уплотнение бортиков сифонов



Перед сваркой бортики многослойного сифона уплотняются на специальной гидравлической установке с использованием торцевых колец

Сварка сильфонов



Одной из основных операций, имеющих важнейшее значение, после изготовления сильфонов является сварка. Особенно высокое требование предъявляется к продольному шву обечаек, который должен выдерживать процесс вытяжки без повреждений, а также к шву, который соединяет сильфон и соединительные элементы (фланцы, патрубки).



Дробеструйная обработка поверхностей патрубков





Сварка компенсаторов



Сварка сильфона с концевой арматурой осуществляется аргодуговой сваркой неплавящимся электродом с применением присадочной проволоки различных марок в зависимости от материалов свариваемых деталей



Приемо-сдаточные гидравлические испытания сильфонных компенсаторов



100% изготавливаемых сильфонных компенсаторов проходят приемо-сдаточные испытания на прочность и герметичность на специальном стенде, с выдержкой гидравлическим давлением не менее $P_{исп.} = 1,25 P_N$ в течение 15 мин.



Приемо-сдаточные испытания компенсаторов на межслойную герметичность



100% изготавливаемых сильфонных компенсаторов после гидравлических испытаний проходят проверку на межслойную герметичность (контрольный прогрев) выдержкой в печи, разогретой до 250...300°C, не менее 1 часа.



Компенсаторы, не прошедшие испытаний на межслойную герметичность



Данный вид приемо-сдаточных испытаний предназначен для выявления возможной межслойной негерметичности сильфона, вызванной скрытыми дефектами сварки: микротрещинами или непроварами внутреннего слоя сильфона, через которые во время гидроиспытаний в межслойное пространство под действием внутреннего давления попадает вода.

При резком повышении температуры вода, находящаяся в межслойном пространстве, резко испарившись, может разорвать сильфон.





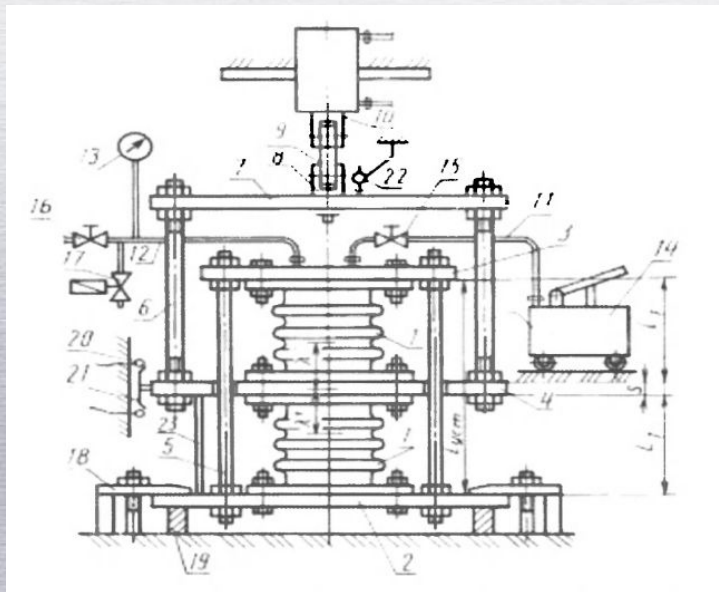
Ресурсные испытания осевых сильфонных компенсаторов



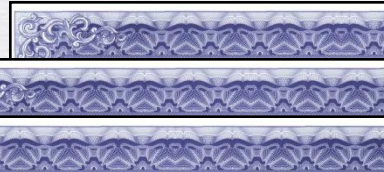
Ресурсные испытания осевых сильфонных компенсаторов проводятся с целью подтверждения значений компенсирующей способности (осевого хода) и назначенной наработки (заданного количества циклов), указанной в Технических условиях, с учетом заданной вероятности безотказной работы



Ресурсные испытания осевых сильфонных компенсаторов



Испытания осевых сильфонных компенсаторов на подтверждение вероятности безотказной работы по циклической наработке проводятся в Испытательном центре нашего предприятия с использованием специальной оснастки, обеспечивающей одновременное сжатие-растяжение пары сильфонных компенсаторов при постоянном гидравлическом давлении $P_{исп} = P_N$



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ

РАЗРЕШЕНИЕ

На применение технических устройств

№ РРС-19-00610

Оборудование (техническое устройство, материал):

- компенсаторы сильфонные осевые металлические по техническим условиям ИЯНШ.300260.029ТУ;
- сильфонные компенсационные устройства для тепловых сетей по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ;
- стартовые сильфонные компенсаторы по техническим условиям ИЯНШ.300260.035ТУ.

Код ОКП (ТН ВЭД)

Изготовитель (поставщик): ОАО «Научно-производственное предприятие «Компенсатор», 198096, Санкт-Петербург, ул. Корабельная, д. 6.

Основание выдачи разрешения: Заявление №11/558 от 15.07.2008, заключение экспертизы промышленной безопасности ОНО «Промбезопасность-Северо-Запад» № 136/2008 от 04.07.2008, решение об утверждении заключения экспертизы рег. № 19-ТУ-06988-2008, техническая документация.

Условия применения:

1. Оформление технической документации на поставляемое оборудование в соответствии с требованиями действующих в России правил промышленной безопасности.
2. Осуществление монтажа, ввод в действие и эксплуатация в соответствии с эксплуатационно-технической документацией и действующими в России правилами промышленной безопасности.

ВРИО руководителя межрегионального территориального управления технологического и экологического надзора по Северо-Западному федеральному округу

П.И.Линский

Срок действия разрешения 07.08.2013 г.
Дата выдачи 07.08.2008 г.

АВ 305615

СЕРТИФИКАТ

TUV NORD

Системы менеджмента в соответствии с
ISO 9001 : 2000

В соответствии с стандартом TUV NORD CERT на основании подтверждения:

ОАО «НПП «Компенсатор»
198096, г. Санкт-Петербург
ул. Корабельная, 6
Россия

применение систем менеджмента в соответствии с указанным стандартом для следующих:

Разработка, производство, контроль, испытания и поставка сильфонной техники и соединительных деталей трубопроводов

Регистрационный номер сертификата: TR 100 057188
Отдел об аудите №: 3063-1827

Действителен до:
Дата первоначального

С. Витальевич
Сторона, ответственная за
TUV NORD CERT GmbH

г. Дюссельдорф, Германия

Применение системы менеджмента в соответствии с требованиями нормативных документов в сфере производства регулируемых насосных устройств

TUV NORD CERT GmbH

Langerwiesendamm 20

41541 Essen



РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОВОДСТВА
RUSSIAN MARITIME REGISTER OF SHIPPING

7.1-4.1



СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЗНАНИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ RECOGNITION CERTIFICATE FOR MANUFACTURER

Настоящим удостоверяется, что ОАО «Научно-производственное предприятие «Компенсатор»
This is to certify that: "Research and production enterprise "Kompensator", JSC

Россия, 198096, г. Санкт-Петербург, ул. Корабельная, д. 6
6, Korabelnaya Street, St. Petersburg, 198096, Russia
является Российским морским регистром судоходства или его подразделением:
is recognized by Russian Maritime Register of Shipping as a Manufacturer of:

Компенсаторы и уплотнительные сильфонные металлические Ду 65 - 1800 мм,
тип К001, К010, К011, К110, К111, У111 по ИЯНШ.300260.031ТУ (одобрено 29.06.2005).
Code 06030706.
Bellows expansion joint and bellows seal metallic Ду 65 - 1800 mm, type K001, K010, K011, K110,
K111, U111, Technical Specification ИЯНШ.300260.031ТУ (approve 29.06.2005).
Code 06030706.

Настоящее Свидетельство является действительным при условии владения заявителем
требованиями Российского морского регистра судоходства.
This Certificate is valid only provided on condition that the requirements of Russian Maritime Register of Shipping are complied with in all respects.

Настоящее Свидетельство действительно до: 16.06.2012

Это Свидетельство является действительным при условии подтверждения через каждые 12 месяцев,
subject to confirmation every 12 months.

Настоящее Свидетельство о признании готовит, выдает, устанавливает и Принимает
техническое заключение на востребованной судовой и промышленной аппаратуре в штатной для судов.
This Recognition Certificate is issued by and is only valid in Russia by the Technical Department, being
Composition of Ship and Manufacture of Seaford Material and Products.

Дата выдачи 16.06.2008 № 07.00138.120

Date of issue

Российский морской регистр судоходства
Russian Maritime Register of Shipping

А.Е. Витальевич / A. V. Vitalievich



**ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ЗА СЧЕТ
ЗАМЕНЫ САЛЬНИКОВЫХ И П-
ОБРАЗНЫХ КОМПЕНСАТОРОВ НА
СИЛЬФОННЫЕ**

Протечки теплоносителя на сальниковых компенсаторах



**Дефект на сальниковом
компенсаторе**
г. Кронштадт, ноябрь 2005 г.
Участок магистрали по ул. Посадская,
ТК18 – ТК16 Ду 500



Длительная практика эксплуатации сальниковых компенсаторов показала, что даже при наличии регулярного их обслуживания, имеют место протечки теплоносителя.

Дополнительные эксплуатационные расходы на сальниковых компенсаторах



- рост потребления холодной воды для восполнения утечек;
- перерасход топлива на теплоисточниках;
- увеличение потребления электроэнергии;
- увеличение нагрузок на оборудование химводоподготовки и деаэрационные установки

Аварии на тепловых сетях из-за коррозии трубопровода



Протечки теплоносителя приводят к намоканию тепловой изоляции теплопровода, ускорению наружной коррозии сальниковых компенсаторов и прилегающих к ним трубопроводов, что приводит к авариям теплопроводов.

30-летний опыт эксплуатации сильфонных компенсаторов в тепловых сетях



С 1983 года на тепловых сетях ГУП «ТЭК СПб» вместо сальниковых компенсаторов эксплуатируются свыше **15 000 шт.** осевых сильфонных компенсаторов различных диаметров. Определение экономической эффективности от замены сальниковых компенсаторов на сильфонные, было проведено специалистами ГУП «ТЭК СПб» в 2006 году. В отчете была обоснована экономическая эффективность от замены сальниковых компенсаторов на сильфонные.

С 1994 года на магистральных теплопроводах г. Москвы продолжаются работы по замене сальниковых компенсаторов на сильфонные.

К 1 января 2010 года на тепловых сетях, принадлежащих ОАО «МТК», **заменено на сильфонные 8 169** сальниковых



Затраты на эксплуатацию и обслуживание одного сальникового компенсатора, тыс. руб. в год



При большой протяженности тепловых сетей суммарная величина затрат на пополнение и нагрев теплоносителя, а также на обслуживание и ремонт сальниковых компенсаторов может достигать достаточно больших значений (по данным ГУП «ТЭК-СПб» с учетом индекса потребительских цен с 2008г. по н/м):

Диаметр компенсатора, мм	Холодная вода		Топливо		Электроэнергия		Обслуживание и ремонт, тыс. руб.	Итого, тыс.руб.
	м ³	тыс. руб.	тут	тыс. руб.	кВт-ч	тыс. руб.		
до 300	77,5	1,76	0,7	1,50	105,9	0,17	4,52	7,78
от 300 до 600	186,8	4,22	1,6	3,63	255,4	0,40	10,53	18,78
от 600 до 1200	355,7	8,03	3,0	6,89	486,1	0,76	16,55	32,23

Программа замены сальниковых компенсаторов в тепловых сетях предприятия «Ригас Силтумс»



В 2000-х годах для обеспечения непрерывной и надежной подачи тепловой энергии потребителям г. Рига, оперативно проводилась перекладка в тепловых сетях, а также была разработана четырех-летняя, с 2002 по 2006 год, программа замены сальниковых компенсаторов на компенсаторы сальфонного типа на всех магистральных тепловых сетях.



Схема размещения компенсаторов на магистральных тепловых сетях правого берега г.Риги

Программа замены сальниковых компенсаторов в тепловых сетях предприятия «Ригас Силтумс»

Выполнение этой программы дало возможность не отключать потребителей и обеспечить теплоэнергией в летний ремонтный период на тех участках сетей, где установлены сальниковые компенсаторы.

В 2006 году в основном закончили программу по замене сальниковых компенсаторов. Реализуя эту программу, были установлены всего 1111 компенсаторов сальниковой конструкции диаметрами Ду250...1200 мм.



Целесообразность применения сильфонных компенсаторов вместо П-образных



Снижение гидравлического сопротивления



При применении сифонных компенсаторов вместо П-образных значительно уменьшается гидравлическое сопротивление теплопровода, что позволит существенно увеличить пропускную способность, а также снизить затраты электроэнергии на ПНС, а при большой протяженности теплопроводов – сократить их количество.

Одновременно снижаются и тепловые потери при одновременном снижении теплоизоляционных материалов.

Уменьшение землеотвода



При применении сильфонных компенсаторов вместо П-образных значительно уменьшаются зоны отчуждения дорогостоящей городской земли

Экономия материалов



При применении сильфонных компенсаторов вместо П-образных:

- экономится до 15 ÷ 20% теплоизолированных труб;
- отпадает необходимость в применении теплоизолированных отводов (до 40 шт. на каждый километр трубопровода);
- в 4 раза снижается количество материалов для теплогидроизоляции стыков.

Применение сильфонных компенсаторов при строительстве тепломагистрали Н-ИТЭЦ «Иркутскэнерго»



Строительство тепломагистрали Н-ИТЭЦ - правый берег реки Ангара, протяженностью свыше 9 км было продиктовано необходимостью обеспечения перспективы застройки г. Иркутска по Левому и Правому берегу р. Ангара.



Необходимость применения сильфонных компенсаторов была продиктована значительной экономией от сокращения количества повысительных насосных станций с четырех до двух, а также возможностью экономить на эксплуатации теплотрассы около 6 млн. руб. в год. Пуск тепломагистрали состоялся 25 марта 2008 г. Объем инвестиций составил 1314 млн. руб., в том числе для висячего перехода через р. Ангара – 423 млн. руб. Срок окупаемости около 6 лет.



Впервые в Сибири при надземной прокладке теплопроводов больших диаметров применены осевые сильфонные компенсационные устройства.



СИБИРСКИЙ ЭНЕРГЕТИК

НИЕ ОАО „ИРКУТСКЭНЕРГО“



Вантовый мост через Ангару длиной 301 м
для теплопровода DN 1000

Сильфонные компенсаторы на магистральном теплотрассе от Курганской ТЭЦ-2



Для передачи тепловой мощности Курганской ТЭЦ-2 к существующей системе магистральных трубопроводов города Кургана проложены две нити магистральных трубопроводов тепловой сети диаметром 1020 и 630 мм общей протяженностью 7,4 километра с применением сильфонных компенсаторов.



Применение сильфонных компенсаторов на важнейших стройках



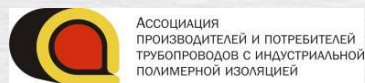
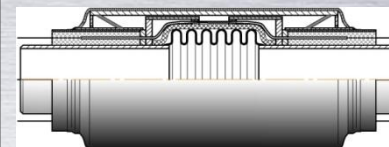
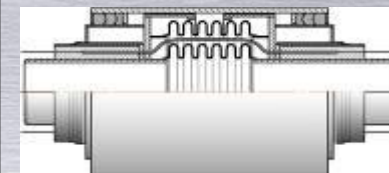
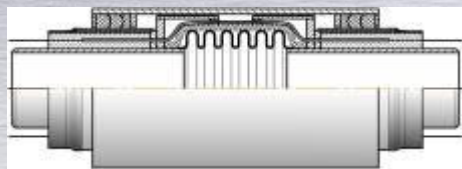
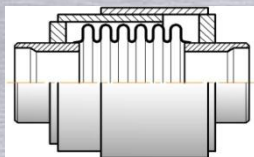
sochi.ru
2014 



В настоящее время полным ходом идет строительство теплопроводов в Имеретинской низменности Адлерского района города Сочи с применением сильфонных компенсаторов как при подземной прокладке, так и при наземной прокладке трубопроводов.



Компенсация температурных деформаций теплопроводов в ППУ-изоляции



АССОЦИАЦИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ И ПОТРЕБИТЕЛЕЙ
ТРУБОПРОВОДОВ С ИНДУСТРИАЛЬНОЙ
ПОЛИМЕРНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

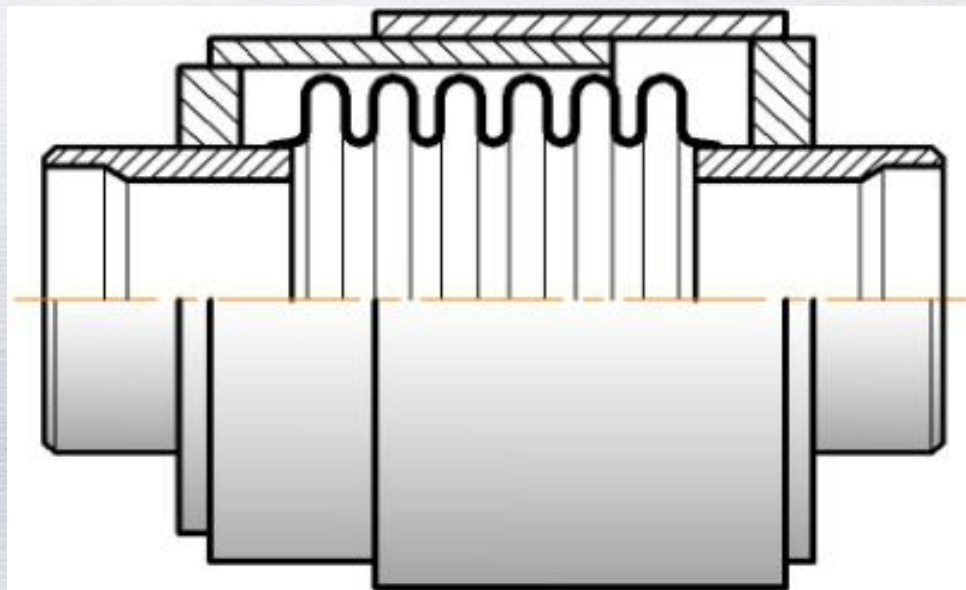
NONCOMMERCIAL
PARTNERSHIP
"RUSSIAN
HEAT SUPPLYING"



НЕКОММЕРЧЕСКОЕ
ПАРТНЕРСТВО
"РОССИЙСКОЕ
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ"



Недостатки предварительно нагретых теплопроводов



Использование предварительно нагретых во время монтажа теплопроводов имеет ряд недостатков:

- окончательный монтаж теплопровода (обварку кожухов всех стартовых компенсаторов и их последующую тепло-гидроизоляцию) приходится производить во время отопительного сезона;
- при выполнении ремонта теплопровода необходимо на данном участке теплотрассы заменять и стартовый компенсатор;
- теплопровод испытывает циклические знакопеременные нагрузки при изменении температуры теплоносителя от минимальной до максимальной.



Предизолированные осевые сильфонные компенсаторы

Учитывая особенности климатических условий и соответствующие режимы отопления, в Санкт-Петербурге, а также многих других регионах России при бесканальной прокладке теплопроводов с заводской пенополиуретановой теплоизоляцией отказались от применения стартовых компенсаторов.

С начала 90-х годов XX века здесь применяются теплогидроизолированные осевые сильфонные компенсаторы различных конструкций, которые обеспечивают компенсацию температурных деформаций в

течение всего срока службы. Предизолированные сильфонные компенсаторы изготавливались на заводах, выполняющих пенополиуретановую тепловую изоляцию труб и фасонных изделий, из осевых сильфонных компенсаторов нашего производства по своей технологии.





Узлы компенсационные СКФ ОАО «Трест «ЛЕНГАЗТЕПЛОСТРОЙ»



ОАО «Трест «ЛЕНГАЗТЕПЛОСТРОЙ» в конце 80-х годов разработал альбомы чертежей «Узлы компенсационные СКФ-1» (в последствии – «СКФ-2» и «СКФ-3») – блокированные осевые сильфонные компенсаторы производства ОАО «НПП «Компенсатор» с усиленным наружным защитным кожухом и направляющими. Данные компенсаторы применялись при канальной и бесканальной прокладках теплопроводов с армопенобетонной и пенополиуретановой теплоизоляцией в тепловых сетях Санкт-Петербурга и Москвы.

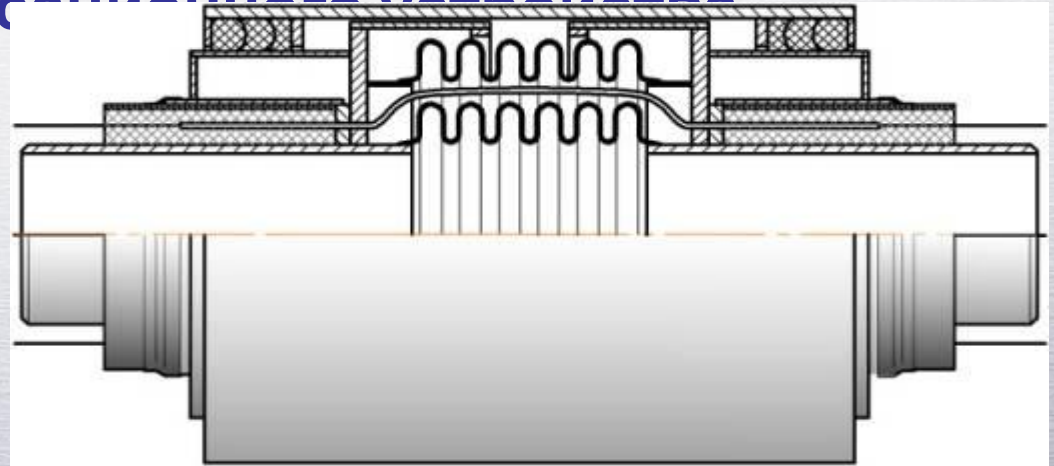
Основные недостатки узлов компенсационных типа СКФ



Основной недостаток СКФ – недоработанный узел гидроизоляции от грунтовых вод. СКФ, установленные в зонах с сверхдопустимой концентрацией хлор-ионов, содержащихся в антигололедных реагентах, часто выходят из строя из-за наружной коррозии сильфонов. Некачественная гидроизоляция приводит к намоканию тепловой изоляции, усиленной коррозии деталей компенсатора и трубопровода, а система ОДК не срабатывает, т.к. проводники-индикаторы СОДК внутри СКФ проложены в гидроизолирующем кембрике.



Особенности конструкции теплогидроизолированного сифонного компенсационного устройства



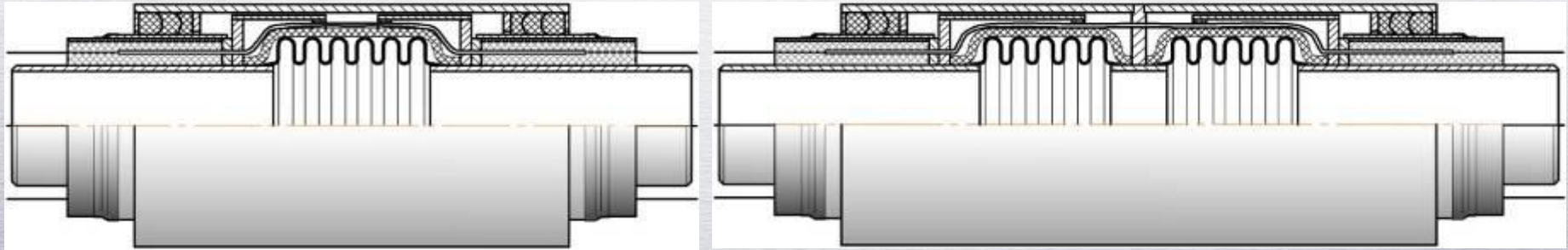
В основу новой конструкции СКУ положена хорошо зарекомендовавшая себя конструкция компенсационного устройства, с встроенными цилиндрическими направляющими опорами, обеспечивающими при изгибающих моментах и боковых нагрузках равнопрочность конструкции компенсационного устройства с трубопроводом. Гидроизоляция подвижной части СКУ выполняется с помощью сифонного уплотнения, герметично приваренного к конструкции СКУ. Это позволит гарантировать полную защиту сиффона, теплоизоляции и проводников-индикаторов СОДК от проникновения грунтовых вод в течение всего срока службы СКУ. Кроме того, воздушная прослойка между двумя сиффонами обеспечивает хорошую тепловую изоляцию. Проводники-индикаторы СОДК внутри компенсационного устройства проложены в электроизолирующем термостойком кембрике, перфорированном для возможности срабатывания СОДК в случае нарушения герметичности сиффона или гидроизолирующего уплотнения

Натурные испытания теплогидроизолированных СКУ



Натурные испытания сильфонных компенсационных устройств на подтверждение вероятности безотказной работы по циклической наработке проводились с имитацией самых сложных условий их эксплуатации: опытные образцы СКУ были помещены в бочку с водно-песчанной взвесью и подвергнуты циклическим испытаниям осевым ходом на сжатие-растяжение. После отработки назначенной наработки с учетом коэффициента ВБР с СКУ был удален кожух. Следов проникновения воды и песка во внутрь СКУ

Упрощенная конструкция теплогидроизолированного СКУ



В основе – та же отработанная конструкция СКУ, с встроенными цилиндрическими направляющими опорами, обеспечивающими при изгибающих моментах и боковых нагрузках равнопрочность конструкции компенсационного устройства с трубопроводом.

Тепловая изоляция патрубков пенополиуретаном выполняется по аналогии с теплоизоляцией патрубков неподвижной опоры в соответствии с требованиями ГОСТ 30732. Предусмотрена теплоизоляция сильфонов.

Гидроизоляция от попадания грунтовых вод во внутрь СКУ выполнена установкой сальниковой набивки в пространство между полиэтиленовой оболочкой ППУ-изоляции патрубков и кожухом СКУ.

Проводники-индикаторы СОДК внутри компенсационного устройства проложены в гидроизолирующем термостойком кембрике.



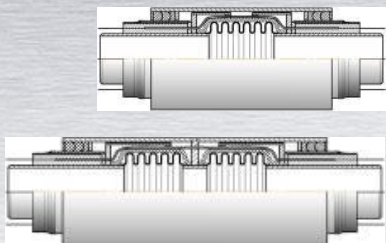
Сильфонные компенсационные устройства перед нанесением ППУ-





Данные конструкции сильфонных компенсационных устройств позволяют применять их при незначительной несоосности трубопровода

Недостатки упрощенной конструкции СКУ

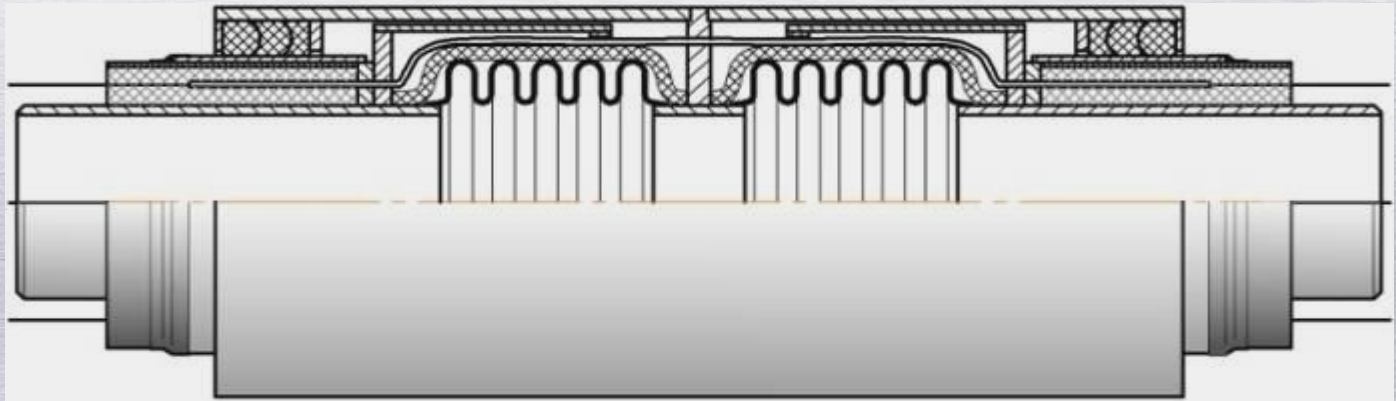


Данные конструкции сильфонных компенсационных устройств рекомендуется устанавливать в сухих грунтах при бесканальной прокладке или в не подтапливаемых грунтовыми водами непроходных каналах



Теплогидроизолированные СКУ для теплопроводов

с теплоизоляцией из пенополиуретана в стальной оцинкованной оболочке.



Конструкцией СКУ предусмотрена гидроизоляция от попадания атмосферных осадков и грунтовых вод в ППУ-изоляцию.

При применении данных СКУ также не требуется установки направляющих опор. При отсутствии боковых нагрузок в трубопроводе направляющие опоры можно заменить на скользящие опоры, исключая прогиб трубопровода в месте установки СКУ от собственного веса.

Проблемы при подземной прокладке трубопроводов

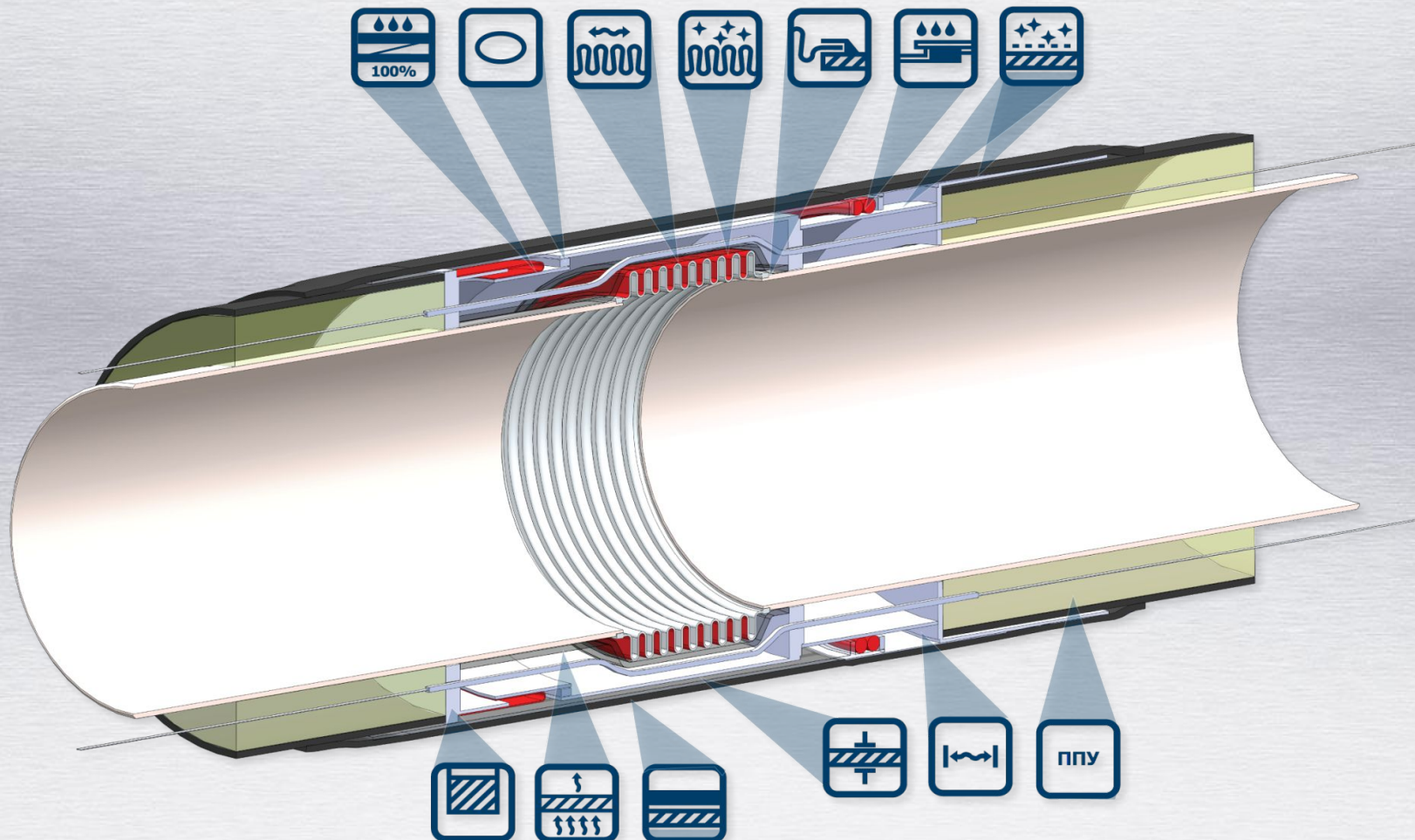


Основной проблемой подземной прокладки трубопроводов является высокий уровень грунтовых вод, в связи с чем возрастают требования по качеству гидроизоляции трубопроводов, особенно сифонных компенсационных устройств

Особенности конструкции теплогидроизолированного сильфонного компенсационного устройства (СКУ.

ПЛУ/ПЭ.Ц)

Гарантийный срок эксплуатации 10 лет.
Расчетный срок службы 30 лет.



Особенности гидрозащитной мембраны



Специально спроектированная форма мембраны позволяет обеспечить беспрепятственное перекатывание мембраны при перемещении трубопровода относительно неподвижного кожуха. Мембрана герметично крепится с одной стороны к кожуху с помощью прижимного фланца, а с другой стороны - к стальной гильзе, в которую герметично вставлена полиэтиленовая оболочка ППУ-изоляции патрубков, с помощью специального хомута.

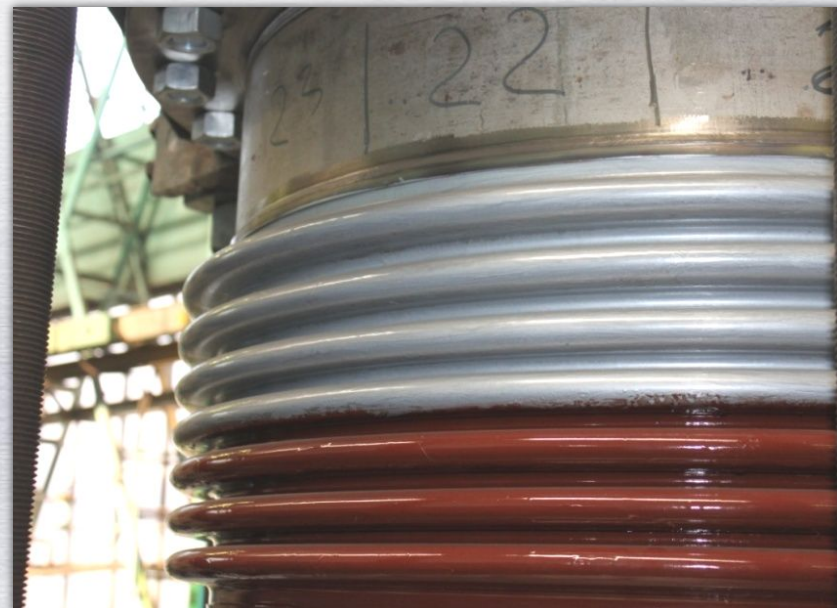
Сальниковое уплотнение применяется для защиты герметизирующей мембраны от попадания на неё грунта.



Сборка сильфонного компенсационного устройства с мембраной



Нанесение антикоррозионного покрытия на сильфоны



С целью защиты сильфонов от воздействия хлор-ионов, содержащихся в грунтовых водах, насыщенных антигололедными реагентами, на наружную поверхность сильфона и патрубков сильфонных компенсационных устройств в процессе их изготовления наносится антикоррозионное гидрозащитное покрытие, стойкое при температуре до 150°С. В рамках данной работы, НИИ КМ «Прометей» подобрал специальные покрытия для защиты сильфона в целях защиты наружной поверхности сильфона от попадания грунтовых вод.



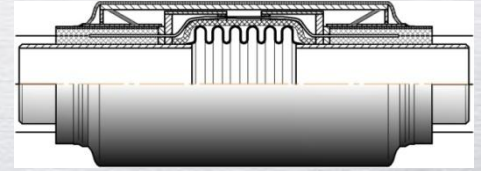
Инновационная конструкция теплогидроизолированного СКУ



В 2009 году была завершена ОКР по созданию инновационной конструкции теплогидроизолированного СКУ, имеющей низкую, по сравнению с СКУ с гидрозащитным сильфоном себестоимость, и большую надежность теплогидроизоляции. Вся наружная поверхность СКУ защищена полиэтиленом от воздействия электрохимической коррозии.

Данные СКУ могут применяться во влажных грунтах при бесканальной прокладке, а также при установке в непроходные каналы, подверженные затоплениям грунтовыми и ливневыми водами.

Квалификационные испытания теплогидроизолированных СКУ с мембраной



Испытания сильфонных компенсационных устройств на подтверждение вероятности безотказной работы по циклической наработке: опытный образец СКУ был помещен в бочку с водой и подвергнут циклическим испытаниям осевым ходом на сжатие-растяжение. Через каждую 1000 циклов проводились контрольные замеры электрического сопротивления между патрубками СКУ и проводниками-индикаторами СОДК при испытательном напряжении 500 В.



Модернизация теплогидроизолированных СКУ с гидроизолирующей мембраной



По итогам поставок первых партий СКУ новой конструкции в тепловые сети были собраны пожелания и предложения проектных и монтажных организаций, на основе анализа которых в конструкцию теплогидроизолированного СКУ были внесены изменения, касающиеся удобства монтажа и теплоизоляции стыка СКУ с трубопроводом, оптимизации массогабаритных характеристик, унификации деталей СКУ.

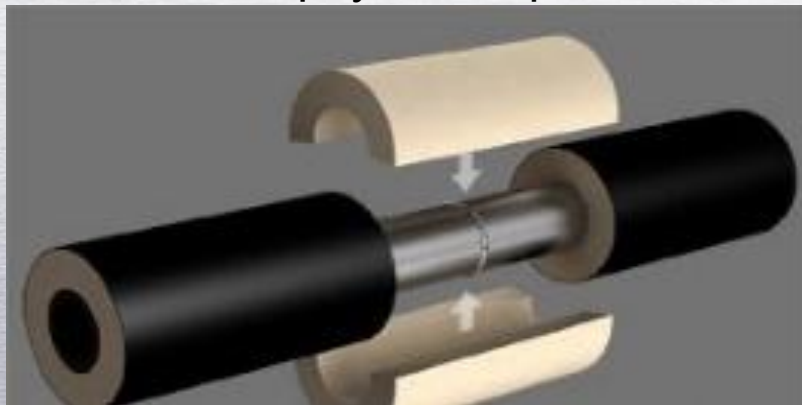
ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ИЗОЛЯЦИИ
СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАЦИОННЫХ
УСТРОЙСТВ
ДЛЯ ТЕПЛОПРОВОДОВ В ППУ-ИЗОЛЯЦИИ

Санкт-Петербург

-2014-

Способы изоляции стыков ППУ-труб

ППУ скорлупы + термолента



Термоусаживающаяся муфта
на клеевую полосу



Термоусаживающаяся муфта
приварная



Испытания стыков ППУ-труб

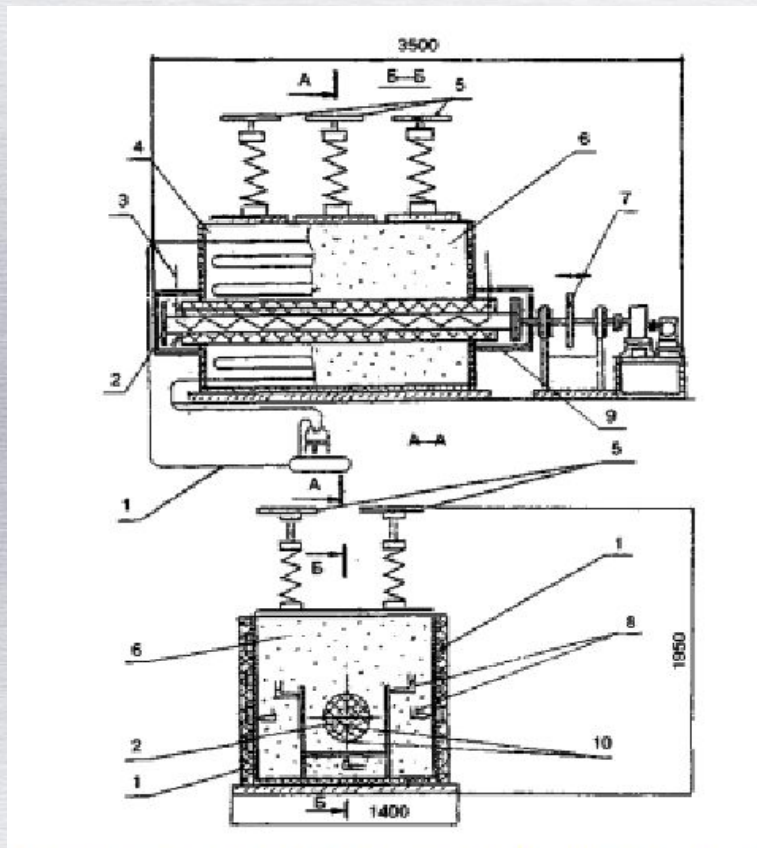


Таблица
горизонтальных усилий на трубопроводы теплообор.
сетей при теплоносителе - вода (50/70°C) $R_{ст} = 16 \text{ МПа}$

№ п/п	Диаметр	P _с	P _к	P _к ^р	P _к ^п	P _{р-т}			средн. P _к в т			P _к в т		Условия обознач. ком. пек.
						при P=10.0	при P=12.0	при P=16	при P=10.0	при P=12.0	при P=16.0	0,6 P _к	1,3 P _к	
1	50	-	0,1	0,01	0,07	0,3	0,4	0,5	0,3	0,3	0,4	0,1	0,2	к1050-6-50
2	65	-	0,1	0,01	0,07	0,6	0,7	1,0	0,4	0,5	0,7	0,1	0,2	к1065-6-50
3	80	-	0,1	0,01	0,07	0,9	1,1	1,5	0,6	0,7	1,0	0,1	0,2	к1080-6-50
4	100	1,3	0,2	0,02	0,38	1,3	1,5	2,0	0,9	1,1	1,5	0,1	0,2	к10100-6-60
5	125	1,5	0,3	0,02	0,44	2,0	2,3	3,1	1,4	1,7	2,2	0,1	0,2	к10125-6-60
6	150	1,7	0,5	0,02	0,46	2,8	3,3	4,4	2,0	2,4	3,2	0,1	0,2	к10150-6-60
7	200	4,0	1,0	0,04	0,56	4,0	4,9	6,5	3,8	4,5	6,0	0,1	0,2	к10200-6-60
8	250	4,9	1,3	0,06	0,62	6,7	8,0	10,7	5,9	7,0	9,4	0,1	0,2	к1004-8-250
9	300	5,9	1,8	0,08	0,68	9,5	11,1	14,9	8,3	10,0	13,3	0,1	0,2	к1004-6-300
10	350	6,8	2,0	0,10	0,74	12,4	14,8	19,8	11,2	13,4	17,9	0,1	0,2	к1004-6-350
11	400	7,7	2,5	0,14	0,80	15,6	18,7	25,0	14,3	17,1	22,8	0,1	0,2	к1004-6-400
12	500	9,5	3,0	0,17	0,91	21,0	25,9	33,5	22,0	26,5	35,3	0,1	0,2	к1004-6-500
13	600	11,4	4,0	0,24	1,03	27,0	32,9	44,4	31,2	37,4	50,0	0,1	0,2	к1004-6-600
14	700	13,2	5,0	0,33	1,15	33,2	41,9	56,2	40,7	48,8	65,0	0,1	0,2	к1004-6-700
15	800	14,8	6,0	0,42	1,27	40,2	49,4	66,2	52,8	63,3	85,0	0,1	0,2	к1004-6-800
16	1000	18,5	10,0	0,72	1,51	56,5	70,5	94,0	81,7	98,0	130,0	0,1	0,2	к1004-6-1000

1200 (P_к - усилие от трения при боковой нагрузке на 1 м пр-ки)
P_к - усилие при сжатии компенсатора
P_к^р - усилие от трения при боковой нагрузке на 1 м пр-ки
P_к^п - усилие от трения при боковой нагрузке на 1 м пр-ки

Р_к - усилие при сжатии компенсатора
P_к^р - усилие от трения при боковой нагрузке на 1 м пр-ки
P_к^п - усилие от трения при боковой нагрузке на 1 м пр-ки

Р_{р-т} - усилие при растяжении
средн. P_к в т - среднее значение усилия при растяжении
P_к в т - усилие при сжатии компенсатора

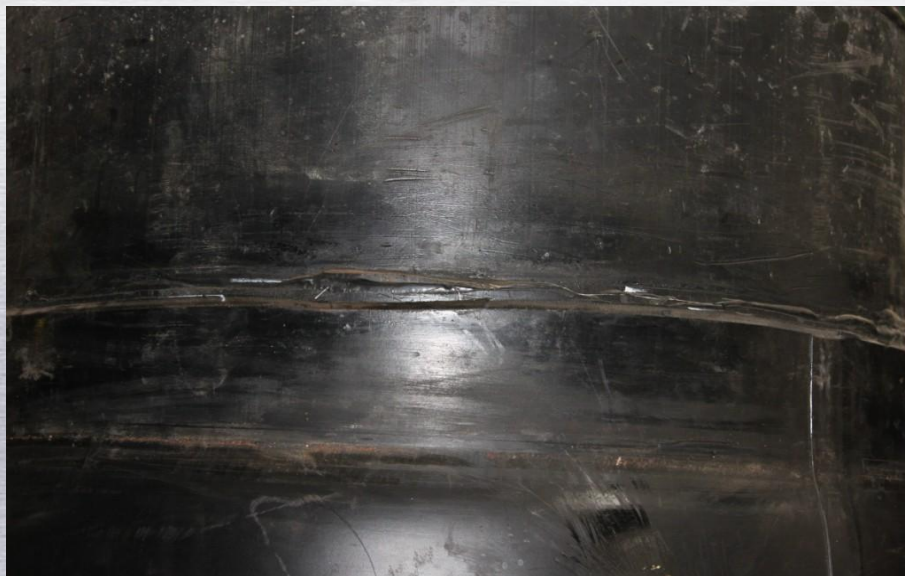
ГОСТ 1989

ИЗРАБАТОВАН БУНИНОВИ

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА НЕПОДВИЖНЫЕ ОДРОБЫ ТЕПЛОСЫМ. СЕТЕЙ

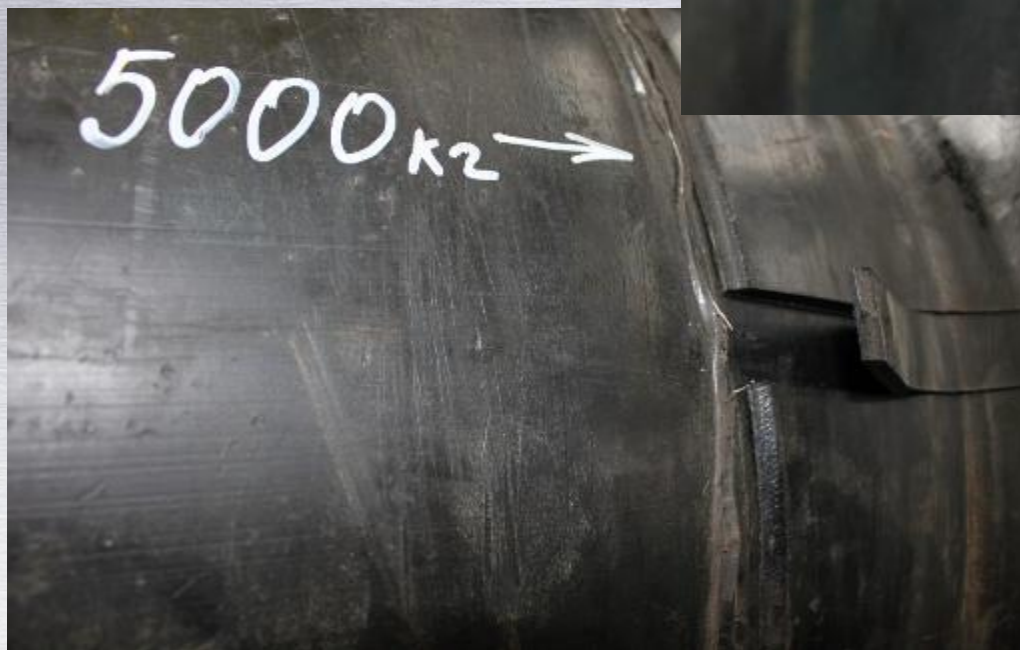
ИНСТИТУТ ЛЕНГИПРОИЗДЕЛ

Результаты испытаний стыков ППУ-труб

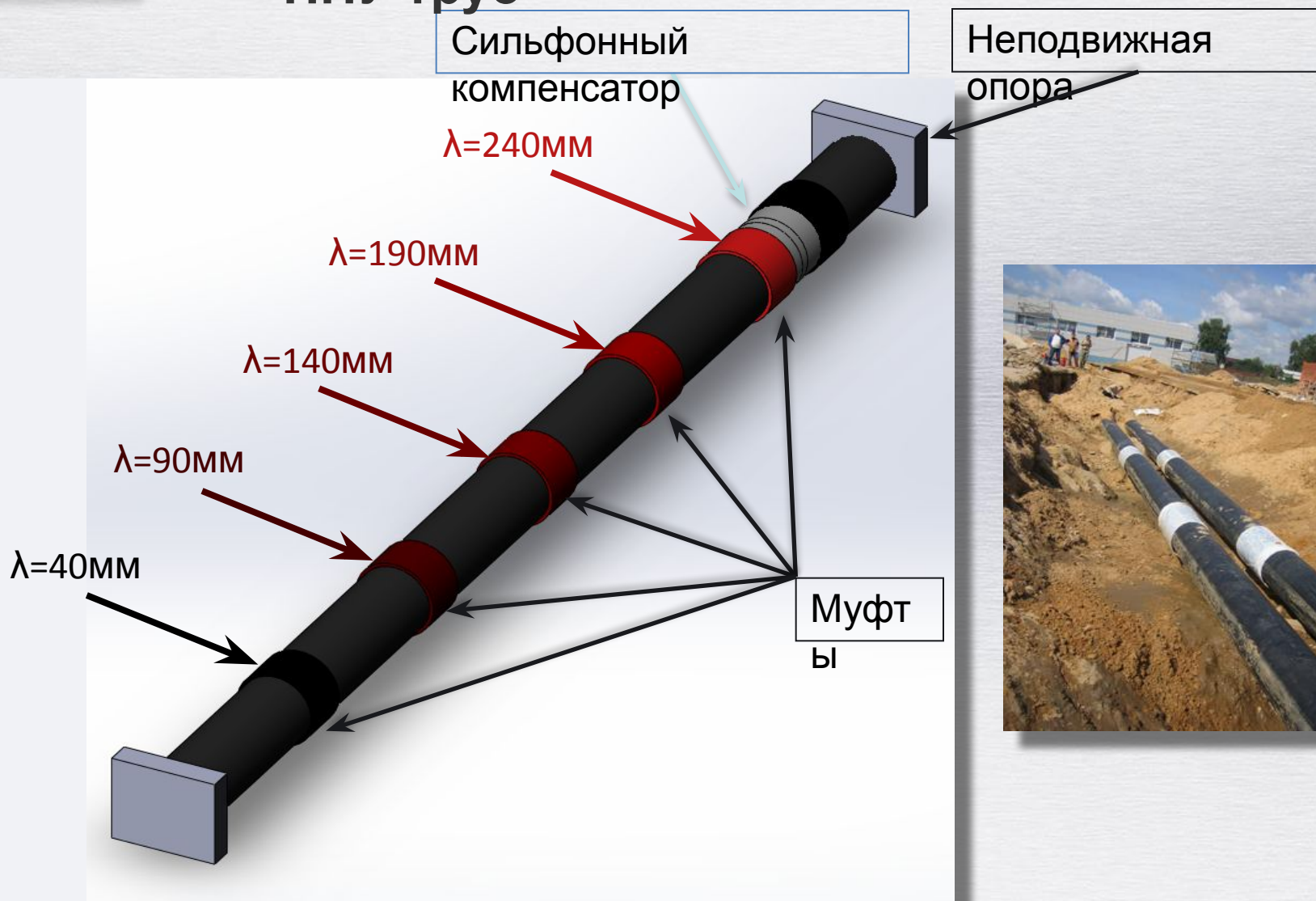








Распределение нагрузки на стыки ППУ-труб







Открытое акционерное общество «Мытищинская теплосеть»

МЫТИЩИНСКАЯ ТЕПЛОСЕТЬ



ОАО «Мытищинская теплосеть», Россия, 141008, Московская обл., г. Мытищи, ул. Колпакова, 20;
тел: (495)583-07-00, факс: (495)583-87-21, e-mail: mailmt@m-teploset.ru, www.m-teploset.ru;
ОКПО 03215072, ОГРН 1025003513017, ИНН/КПП 5029004624/502901001

06. 11. 2013 г. № 86-09/3314
На № от

Генеральному директору
ОАО НПП «Компенсатор»
Логунову В.В.

О возврате продукции

Уважаемый Виталий Валерьевич!

Информируем Вас, что по накладной №526 от 20.01.2010г. в адрес
ОАО «Мытищинская теплосеть» были отгружены 2 сильфонных
компенсатора.

Как показал демонтаж участка тепловой магистрали 2Ду600
(включая компенсаторы) и анализ причин намокания труб в ППУ-изоляции,
конструкция компенсаторов не позволила усадить муфты в соответствии с
технологией, в результате чего произошло намокание труб в ППУ-изоляции.

Просим Вас принять вышеуказанные компенсаторы и
компенсировать наши затраты.

Генеральный директор

Ю.Н.Казанов

Юдин М.Ю. 22.11
ответ
07.11.13

1. Должны были составить акт на недостатки ску во время монтажа
2. Муфты возле ску накручены болтами вручную
3. Проведен анализ следов намокания в присутствии представителей

Исп. Векшин В.Н.
Тел. 89162061869

Вх. №600/4175
«07» 11 2013г.

Акт

г. Мытищи, Московская область

17 декабря 2013 г.

Мы, нижеподписавшиеся, Начальник отдела технического сопровождения ОАО «НПП Компенсатор» Юдин М.Ю., Представитель ОАО «НПП Компенсатор» по Москве и МО Алимов Х.А., ведущий инженер ОМТС ОАО «Мытищинская тепловая сеть» Колосова Е.Н, составили настоящий Акт о нижеследующем:

1. На основании писем Исх. № 256-2013/ко от 29.11.13 г. и Вх. № 600/4463 от 02.12.13 г. указанные выше представители ОАО «НПП Компенсатор» прибыли на склад ОАО «Мытищинская теплосеть» для осмотра сильфонного компенсационного устройства (СКУ) Ду 600 производства ОАО «НПП Компенсатор», вырезанного из теплотрассы на участке «ул. Колпакова – Воинская часть» в июле 2013 г.
2. В ходе осмотра, замеров и фотографирования предьявленного компенсатора на электронное фото- устройство, зафиксировано следующее:
 - 2.1 Компенсатор на основе визуального осмотра находится в исправном состоянии.
 - 2.2 Расстояние от края тепловой ППУ изоляции (ПЭ оболочки) СКУ, нанесённой в заводских условиях, до следов отреза патрубка СКУ составляет 170 мм. В зонах отреза патрубков СКУ отсутствуют сварные стыковые швы с несущей стальной трубой теплопровода.
 - 2.3 Расстояние от края тепловой ППУ изоляции (ПЭ оболочки) СКУ до начала гидроизоляции между ПЭ оболочкой и стальным кожухом компенсатора – участок патрубка СКУ для усадки стыковой ПЭ муфты - составляет 165 мм.
 - 2.4 На участке ПЭ оболочки СКУ для усадки стыковой ПЭ муфты наблюдаются полосы термоусаживаемой ленты после удаления стыковой ПЭ муфты.
3. Схема стыка осмотренного СКУ с проведёнными измерениями и фотоснимки, сделанные в ходе совместного осмотра, являются неотъемлемой частью настоящего Акта и при необходимости могут быть представлены в электронном виде .

Приложение: Схема осмотренного участка – на 1 стр.
Фотоснимки (в эл. виде) - 4 шт.

От ОАО «НПП Компенсатор»

Юдин М.Ю.
Алимов Х.А.

От ОАО «Мытищинская тепловая сеть»

Колосова Е.Н.

Приложение 1
к Акту от 17.12.13

СКУ

достаточный
размер под
усадку шурфа по ГОСТ 30432

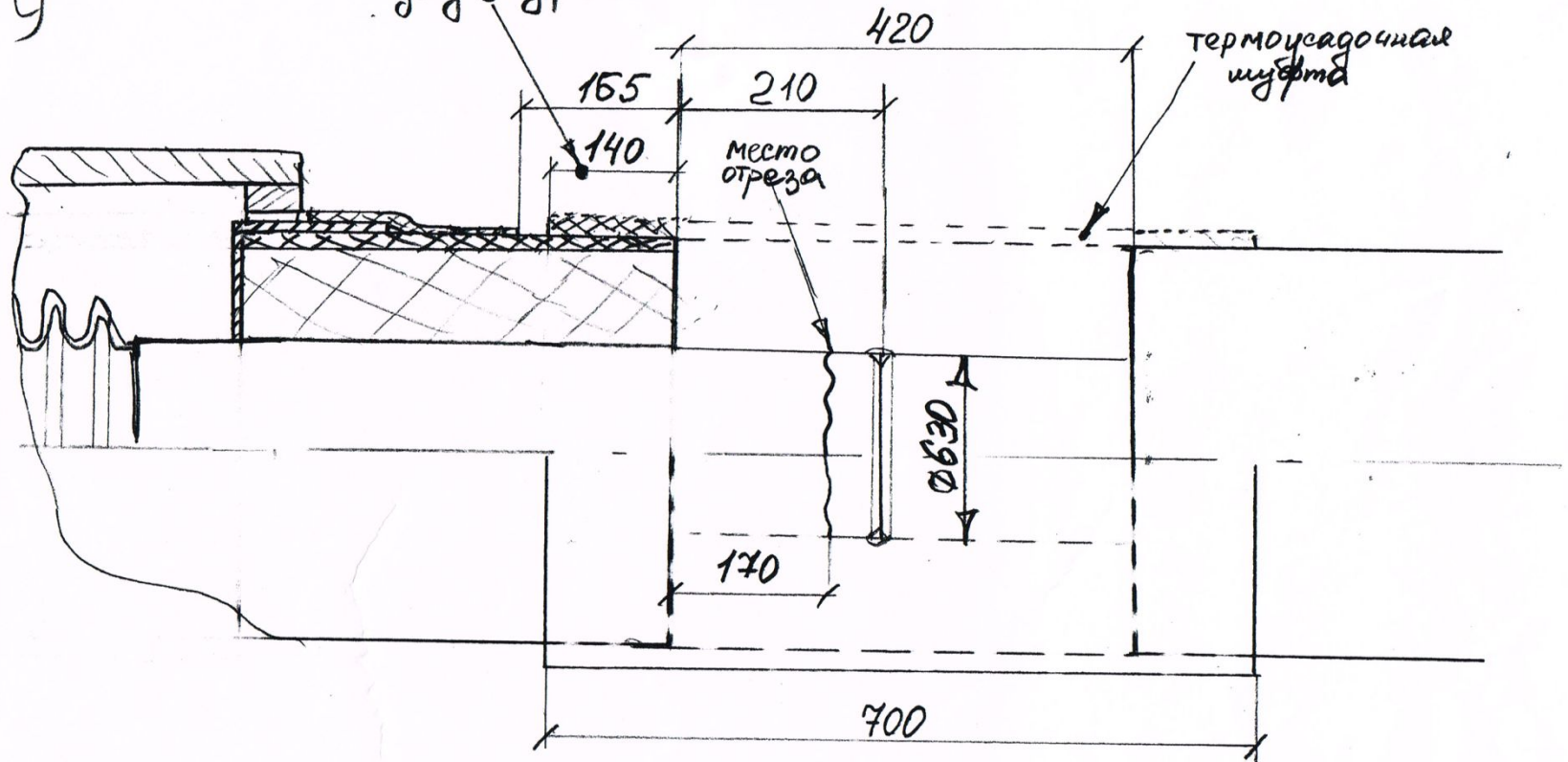


Схема осмотренного участка СКУ

17.12.2013

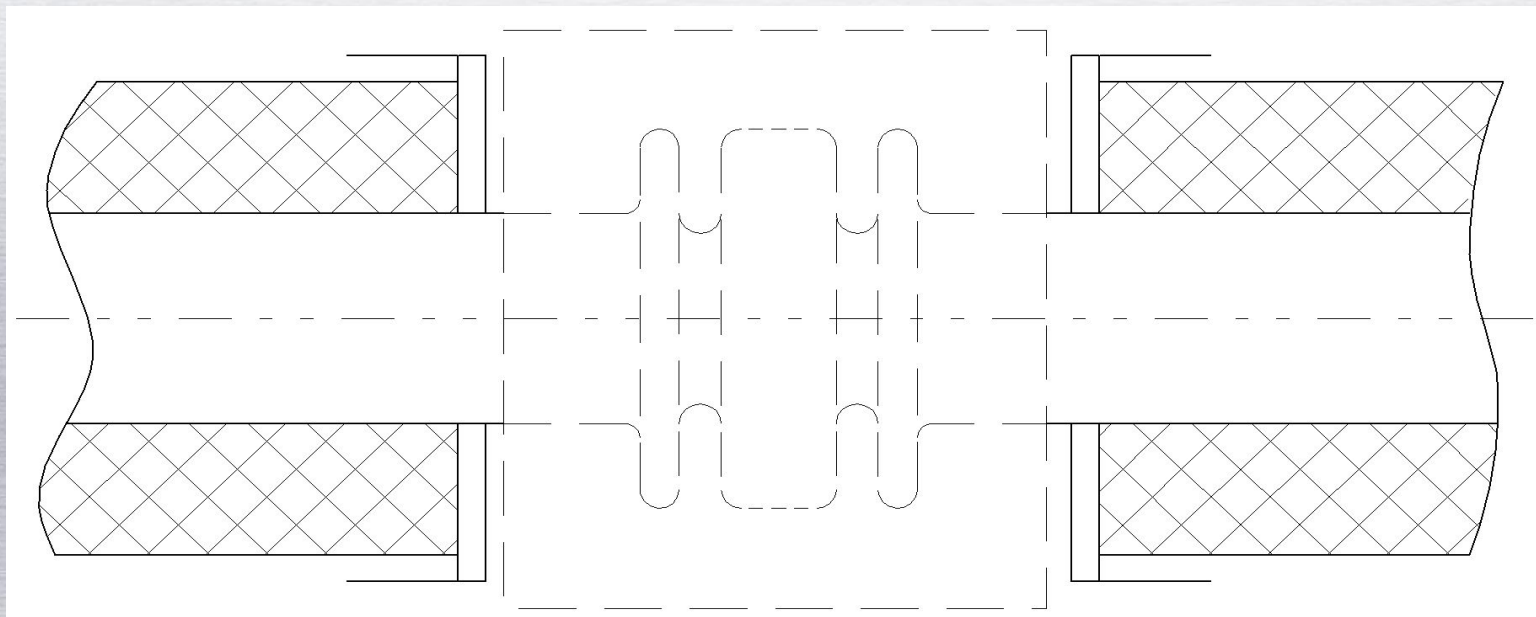
Рудин М.В.
17.12.13.

17.12.2013

Проблемы предизолированных компенсаторов недобросовестных производителей



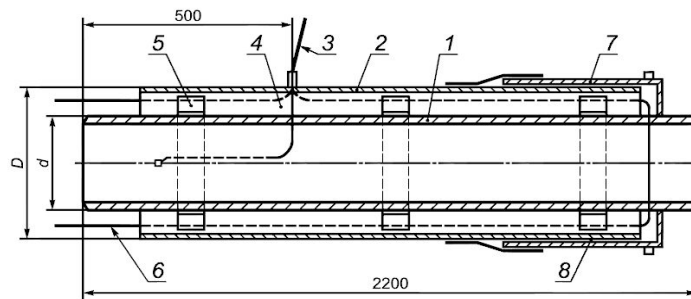
Распространенная конструкция соединения компоновки ППУ-изоляции в СКУ



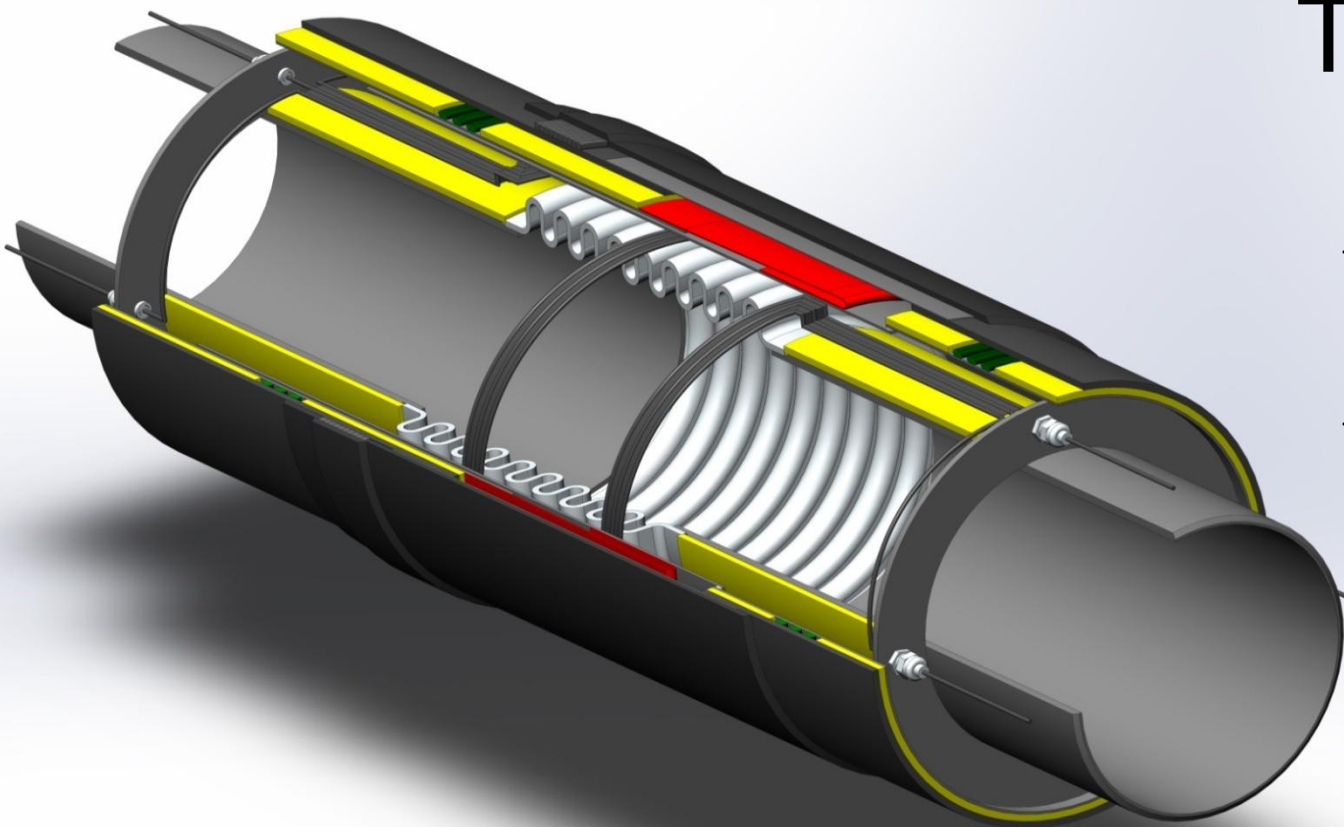
В.11 Концевой элемент трубопровода с кабелем вывода

В.11.1 Конструкция и размеры концевой элемента трубопровода с кабелем вывода должны соответствовать рисунку В.11.

Допускается изготавливать концевой элемент с кабелем вывода из торцевой части.



СКУ. ТГИ.11



- Минимальная длина

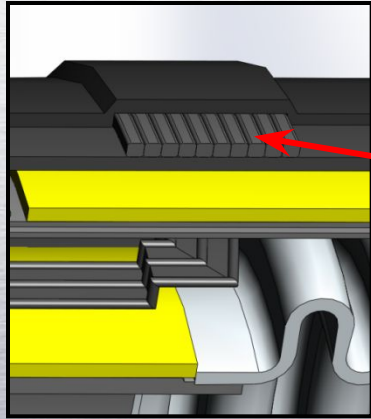
- Двойная гидроизоляция

- 100% прохождение опрессовки

- Новая СОДК с КСДК и герметичными кабельными выводами

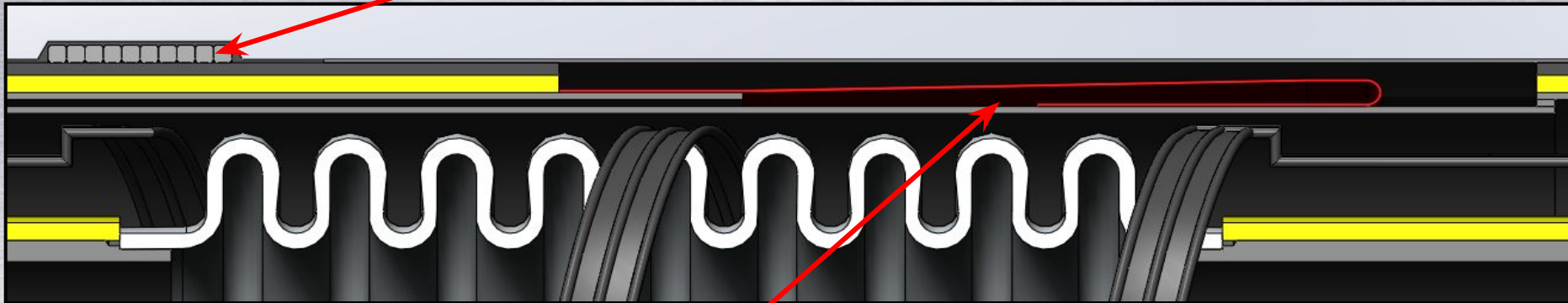
- Возможность выпуска как в ПЭ оболочке так и в ОЦ

Двойная гидроизоляция сильфона СКУ. ТГИ.ИИ

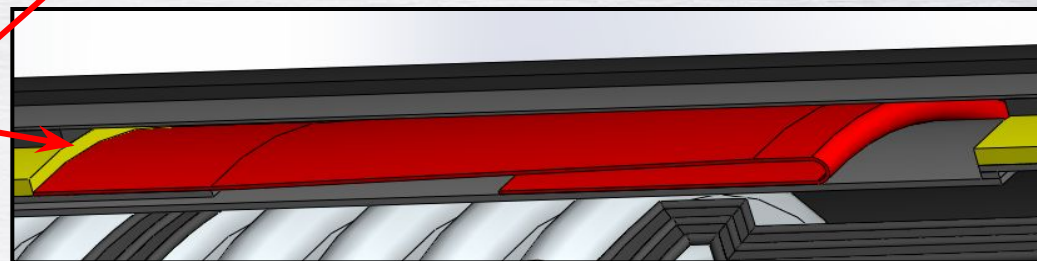


- Первый узел гидроизоляции, защищающий от попадания грунта: состоит из восьми оборотов резинового шнура чередующегося с сальниковой набивкой ПТФЕ

PK 250



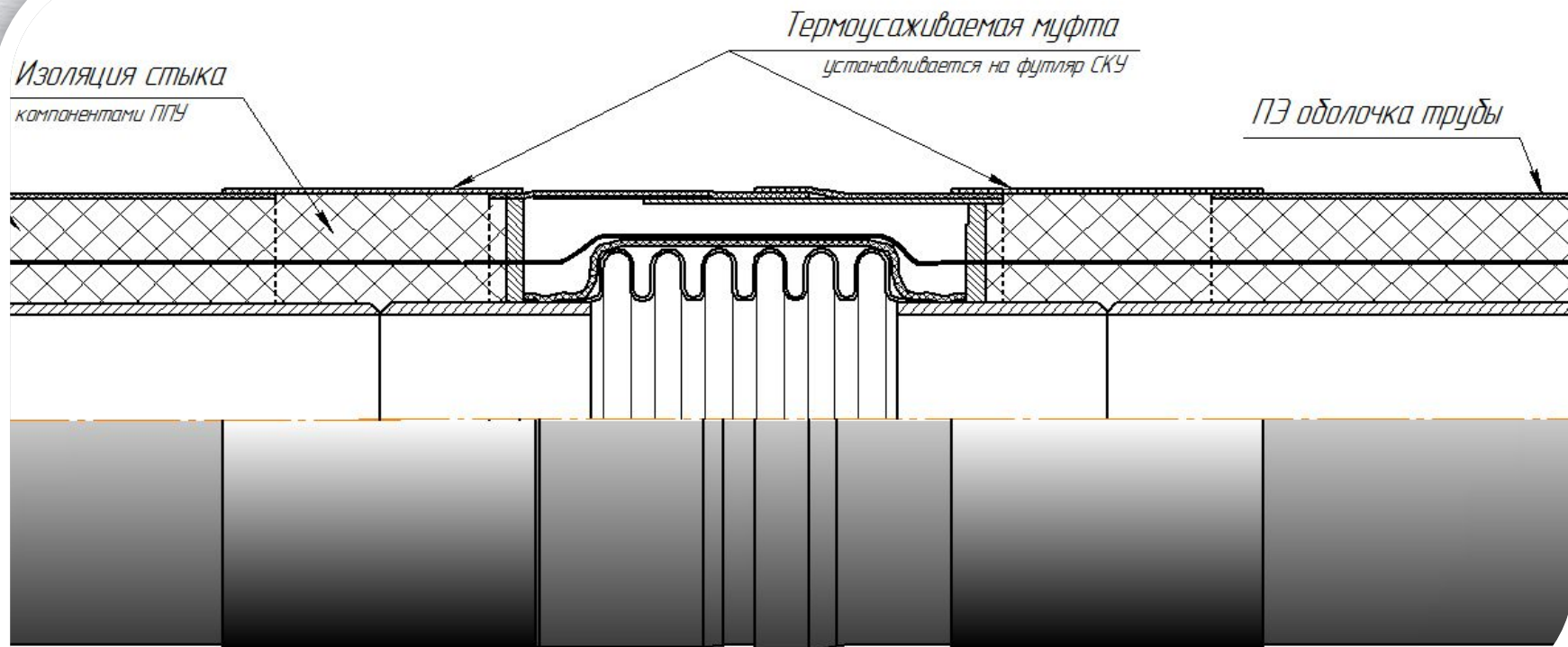
- Второй узел гидроизоляции - 100% защиты от проникновения грунтовых вод. Выполняется из цельнолитой мембраны



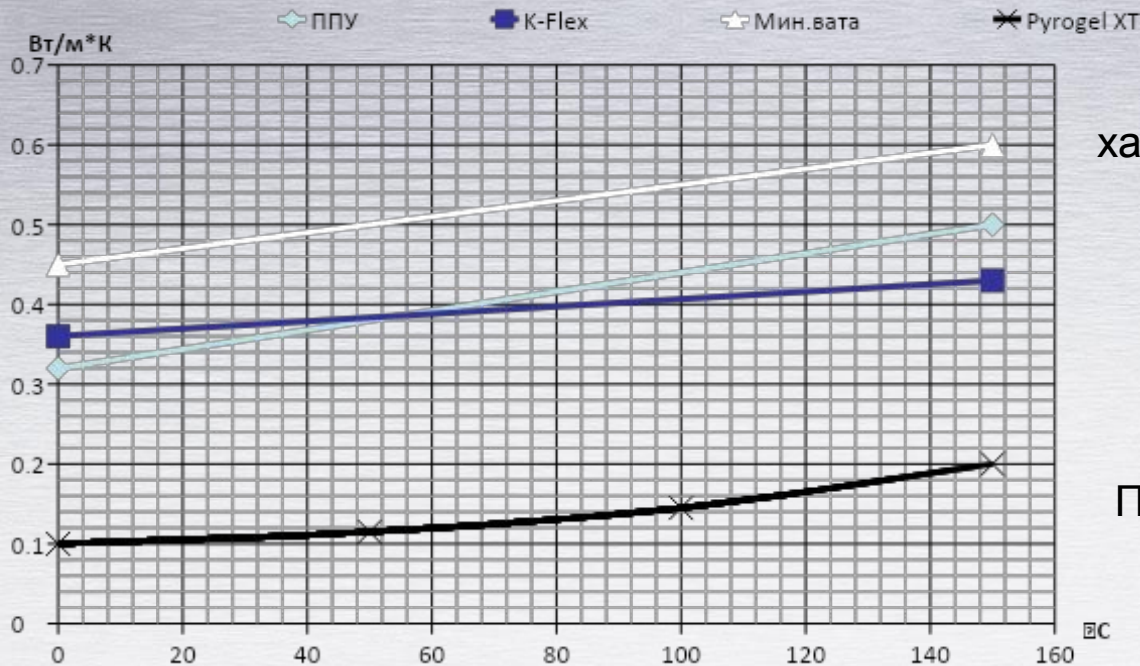
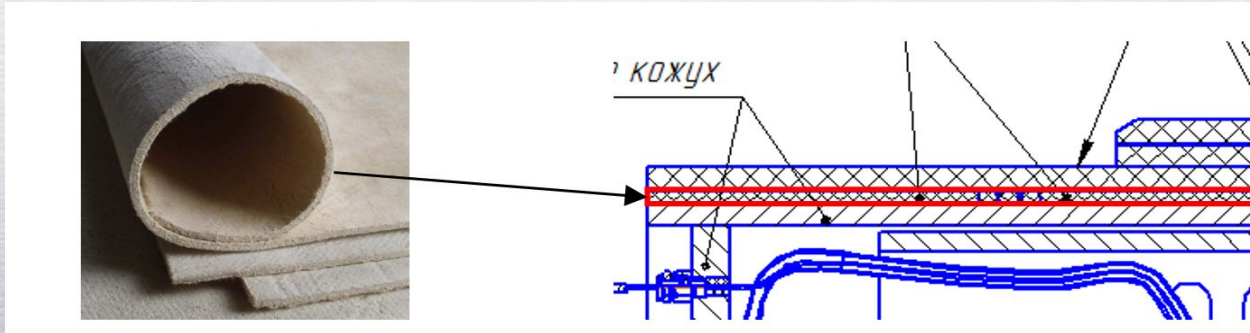
Опытный образец СКУ.ТГИ.И без предизоляции ППУ



Монтаж СКУ в теплопровод в ППУ изоляции



Теплоизоляция СКУ инновационным материалом



- Теплоизоляционные характеристики выше чем у ППУ

- Материал гидрофобен в отличии от ППУ

- Толщина теплоизоляции в среднем в 2-4 раз меньше чем ППУ, при одинаковом тепловом излучении на поверхности теплоизоляции

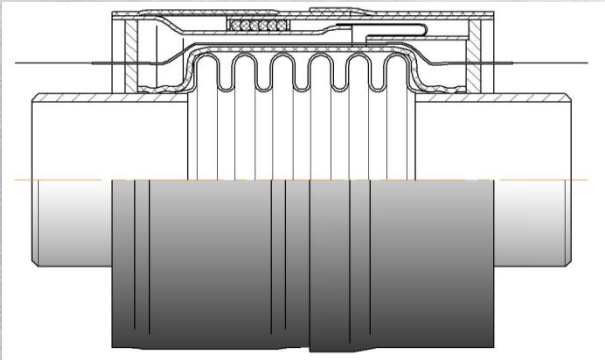
Испытания теплоизоляции



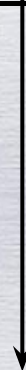
Минимальная длина СКУ. ТГИ.ИИ

Сравнение длин СКУ DN

500: СКУ.
ТГИ.ИИ
1475 мм



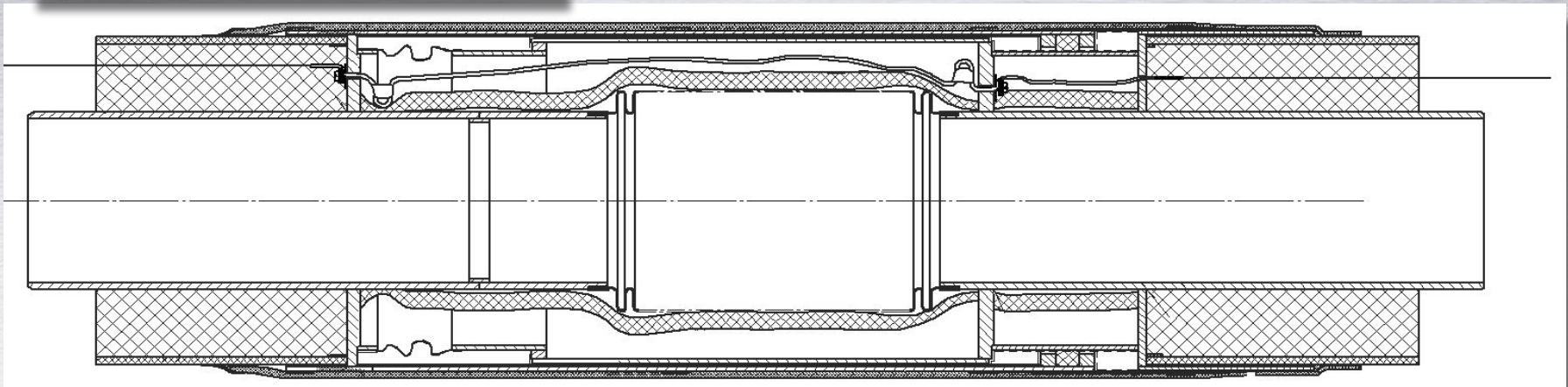
СКУ.ППУ.
ПЭ.ИИ
2872 мм



- Самое короткое СКУ

- Высокая прочность на изгиб

- Минимальные тепловые
потери

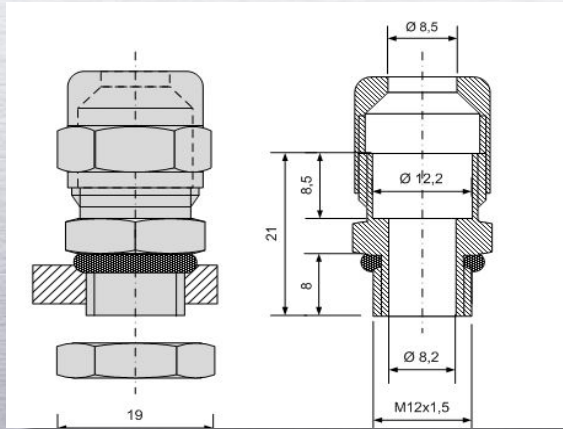


Предварительные испытания гидроизоляции сиффона СКУ ТГИ II



- Был доработан материал мембраны с применением в её составе специального сетчатого армирования из полимерных волокон

Новая система оперативно-дистанционного контроля

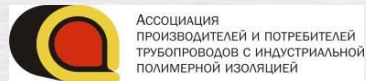






Открытое акционерное общество
«Научно-производственное предприятие
«КОМПЕНСАТОР»

Руководящий документ ОАО «Объединение
ВНИПИэнергопром» по применению осевых сильфонных
компенсаторов в тепловых сетях



Ассоциация
производителей и потребителей
трубопроводов с индустриальной
полимерной изоляцией

NONCOMMERCIAL
PARTNERSHIP
"RUSSIAN
HEAT SUPPLYING"



НЕКОММЕРЧЕСКОЕ
ПАРТНЕРСТВО
"РОССИЙСКОЕ
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ"



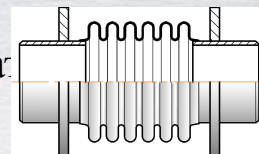
28-летний опыт эксплуатации сильфонных компенсаторов в тепловых сетях



С 1983 года на тепловых сетях Санкт-Петербурга вместо сальниковых компенсаторов эксплуатируются свыше 25 000 шт. осевых сильфонных компенсаторов различных диаметров и ежегодно заменяется более 2000 шт.

При замене трубопроводов, находившихся в эксплуатации до 20 лет из-за их коррозии, обращали внимание, что сильфонные компенсаторы в большинстве случаев выглядели совершенно новыми.

При замене сверхдопустимой



большинстве случаев

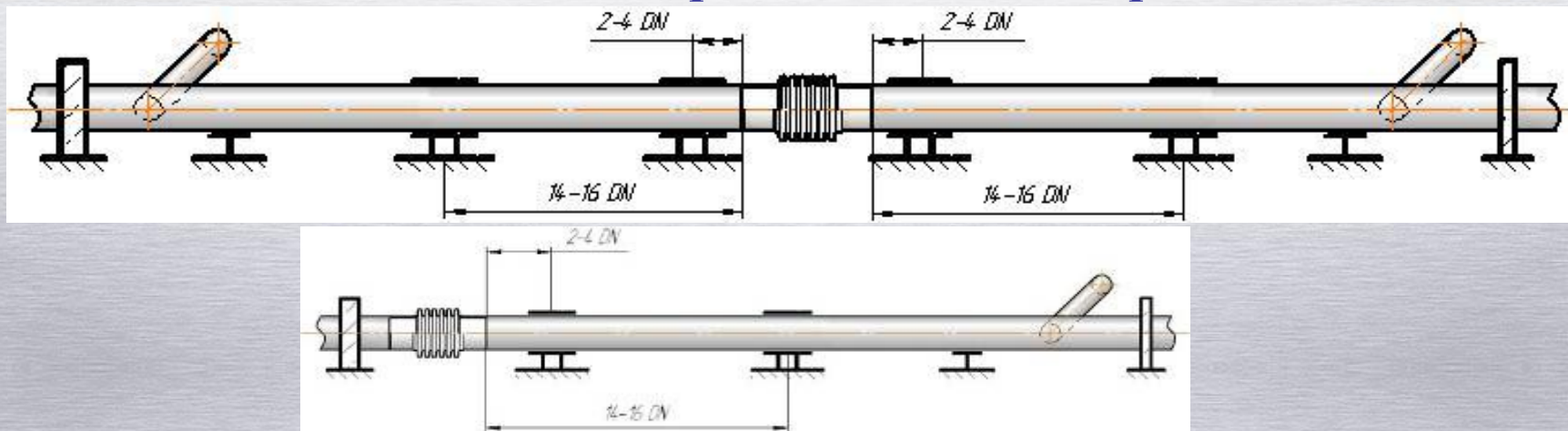
Руководящий документ ОАО «Объединение ВНИПИэнергопром»



СОДЕРЖАНИЕ	
Титульный лист	5
Текст и содержание	13
Условные обозначения сокращений	13
1. Основные положения	15
2. Критерии для выбора способа компенсации тепловых деформаций трубопровода	17
3. Описание конструкций сальфонов ОК, ОКУ и ОКД	18
3.1 ОК для тепловых сетей	18
3.2 ОК для трубопроводов, тепловые деформации которых выполняются после монтажа	19
3.3 ОК для трубопроводов, тепловые деформации которых выполняются после монтажа	21
3.4 ОК для трубопроводов с анкерными ТП/картами	22
3.5 Сальфонный компенсатор (СК)	23
3.6 ОК для трубопроводов с ТП-картами	23
3.6.1 Несальфонный СК ТП	23
3.6.2 Тепловосовмещающий СК ТП(ТД)	25
3.6.3 Тепловосовмещающий СК ТП(С)	27
3.6.4 Тепловосовмещающий СК ТП(ТД)	28
3.6.5 Тепловосовмещающий СК ТП	28
4. Требования к материалам, применяемым для изготовления ОК, ОКУ и ОКД	28
5. Правила проектирования трубопроводов с применением сальфонов ОК, ОКУ и ОКД	30
5.1 Общие положения	30
5.2 Основные технические характеристики ОК, ОКУ и ОКД	30
5.3 Подбор ОК (СКУ) в зависимости от расчетных данных	33
5.4 Размещение сальфонов ОК, ОКУ и ОКД на участке трубопровода	37
5.5 Расчетная несущая способность	37
5.6 Расчет тепловых деформаций и длины участка сальфонной трубопровода	40
5.7 Определение максимальной длины участка трубопровода между двумя несальфонными опорами	42
5.8 Расчет нагрузки на несальфонные опоры	44
5.9 Проверка прочности системы	45
5.10 Проверка устойчивости системы	46
5.11 Определение монтажной длины ОК, ОКУ и ОКД	46
6. Особенности строительства трубопроводов с сальфонами ОК, ОКУ и ОКД	50
6.1 Общая часть	50
6.2 Величина монтажных зазоров	50
6.3 Транспортировка и хранение сальфонов ОК, ОКУ и ОКД	50
6.4 Особенности монтажа трубопроводов с сальфонами ОК, ОКУ и ОКД	51
6.5 Требования к монтажу ОК, ОКУ и ОКД в тандемных системах с трубопроводами	52
6.6 Монтаж ОКД на трубопроводах с ОК, ОКУ и ОКД	53
7. Монтаж трубопроводов с ОК, ОКУ и ОКД	55
8. Правила эксплуатации и ремонта трубопроводов с ОК, ОКУ и ОКД	56
Приложение А	57
Приложение Б	58
Приложение В	60
Приложение Г	73
Приложение Д	75
Приложение Е	76
Приложение Ж	78
Приложение И	82
Приложение К	103
Использованная литература	105

В 1999 году ведущими специалистами ОАО «Объединение ВНИПИЭНЕРГОПРОМ» Я.А. Ковылянским, Г.Х. Умеркиным и А.И. Коротковым разработан «Руководящий документ по применению сальфонных компенсаторов и сальфонных компенсационных устройств при проектировании, строительстве и эксплуатации тепловых сетей», в котором даны рекомендации по применению в тепловых сетях всех типов сальфонных компенсаторов и компенсационных устройств нашего производства.

Основные требования к установке осевых сильфонных компенсаторов при наземной и канальной прокладках теплопроводов



При применении компенсаторов на теплопроводах при подземной прокладке в каналах, туннелях, камерах, при наземной прокладке и в помещениях компенсаторы могут устанавливаться в любом месте прямолинейного участка теплопровода между двумя его концевыми или промежуточными неподвижными опорами. При этом обязательна установка направляющих опор.

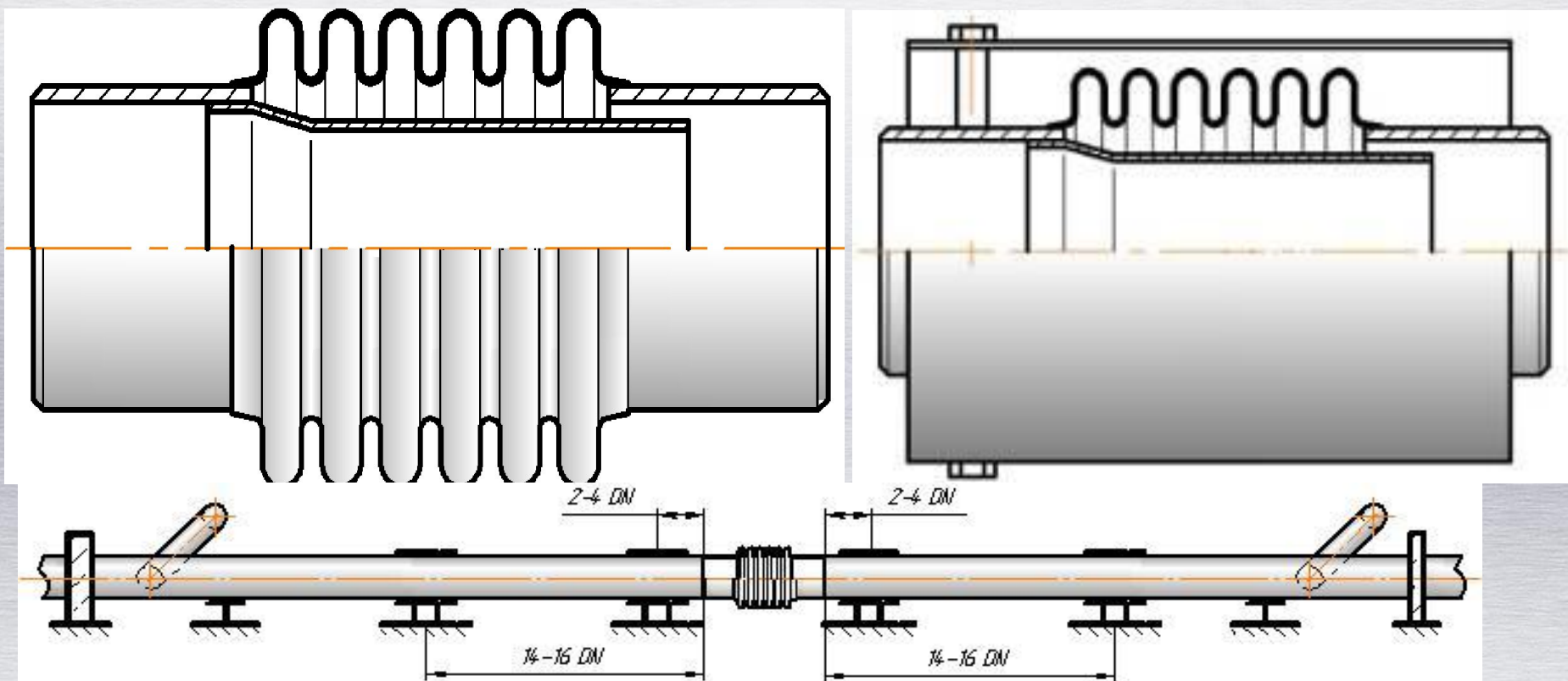
Первые направляющие опоры должны устанавливаться с двух сторон от компенсатора на расстоянии $2 \div 4$ DN. Вторые ставятся с каждой стороны от компенсатора $14 \div 16$ DN. Число и необходимость последующих направляющих опор определяется при проектировании по результатам расчета теплопровода на устойчивость.

Неправильная установка осевых сильфонных компенсаторов



Осевые сильфонные компенсаторы должны устанавливаться на прямолинейном участке трубопровода между двумя неподвижными опорами

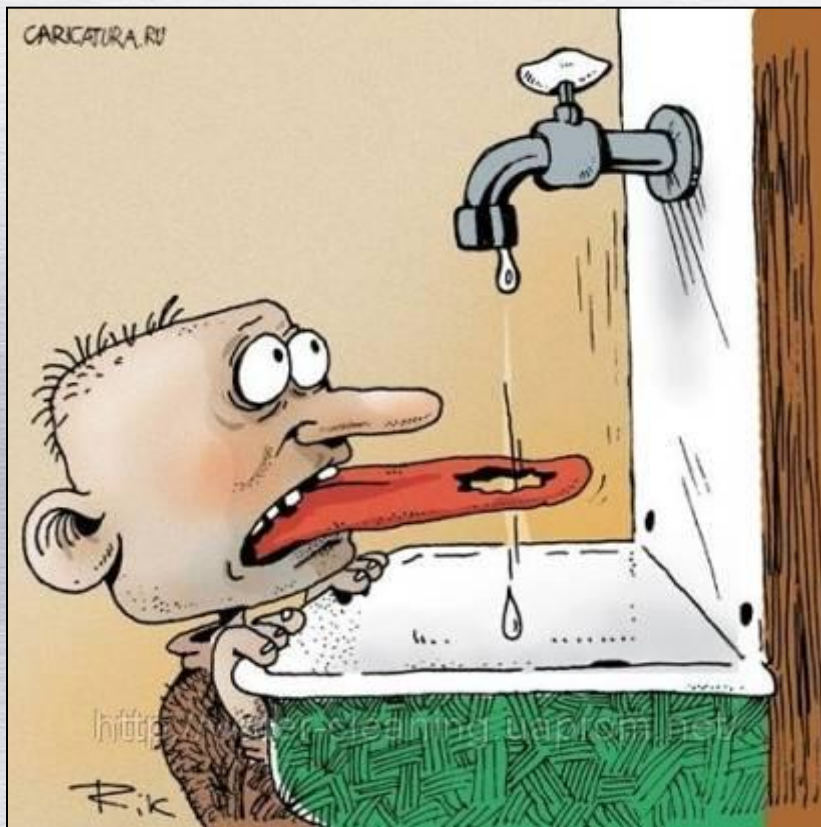
Сильфонные компенсаторы с внутренним направляющим патрубком



Сильфонные компенсаторы с внутренним направляющим патрубком предназначены для снижения гидравлического сопротивления гофров сильфона при больших скоростях проводимой среды.

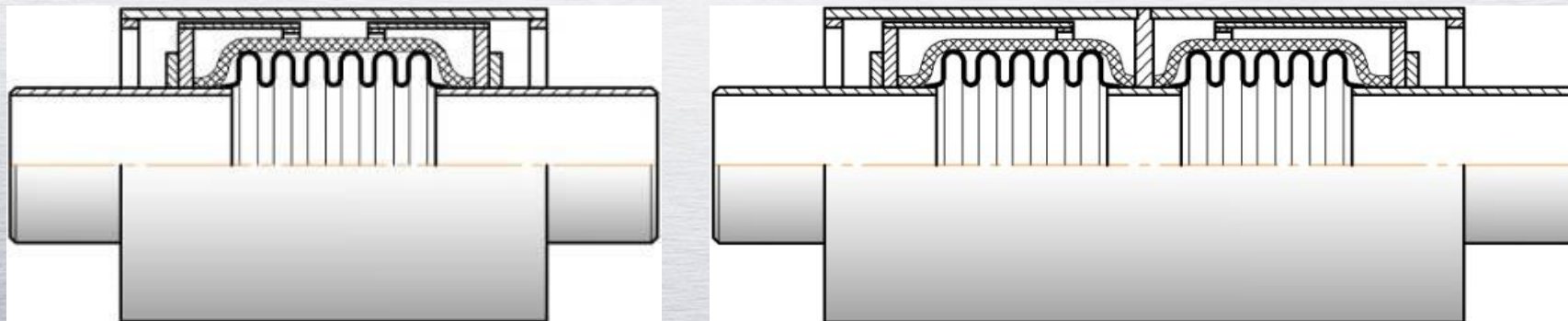
Целесообразно применение при скоростях: свыше 30 м/с – для пара и свыше 8 м/с для воды.

Качество водоподготовки в наших тепловых сетях



Низкое качество водоподготовки не позволяет применять в наших тепловых сетях СК и СКУ с сильфонами, изготовленными из нержавеющей стали, не содержащей в своем составе титана (например, AISI 304), склонной к межкристаллитной коррозии, а также применять конструкции СК и СКУ с внутренним направляющим патрубком во избежание заклинивания сильфонов

Сильфонные компенсационные устройства ОАО «НПП «Компенсатор»



îñãâîã ÑËÓ.avi.AVI

Сильфонные компенсационные устройства по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ – осевые сильфонные компенсаторы с направляющими опорами цилиндрической формы, установленными с обеих сторон от сильфона, которые телескопически перемещаются вместе с патрубками СКУ по внутренней поверхности толстостенного кожуха, что придает конструкции достаточную жесткость и обеспечивает соосность сильфонов и их защиту от поперечных усилий и изгибающих моментов, возникающих при возможных прогибах теплопровода из-за просадки направляющих опор. Конструкцией предусмотрено ограничение от сверхдопустимого сжатия и растяжения сильфонов.

Данные СКУ серийно выпускаются с 1998 года для всех способов прокладки теплопровода с любой тепловой изоляцией.



Применение сифонных компенсационных устройств при несоосности трубопровода



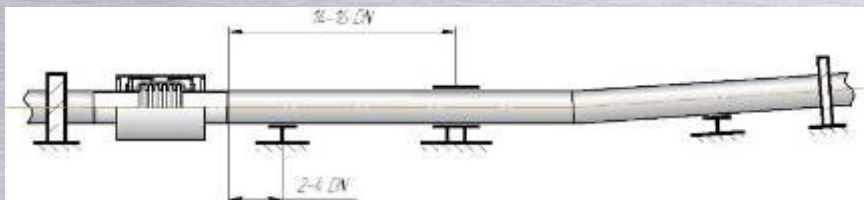
DN, мм	Допускаемая несоосность трубопровода, мм, при применении:	
	Одно-сифонны x СКУ	Двух-сифонных 2СКУ
50 ÷ 65	5	10
80 ÷ 125	6	12
150 ÷ 200	7	14
250 ÷ 350	8	16
400	10	20
500	12	24
600	13	26
700 ÷ 800	14	28
900 ÷ 1400	15	30

При применении сифонных компенсационных устройств по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ допускается несоосность трубопровода при монтаже, не превышающую значений, указанных в таблице.



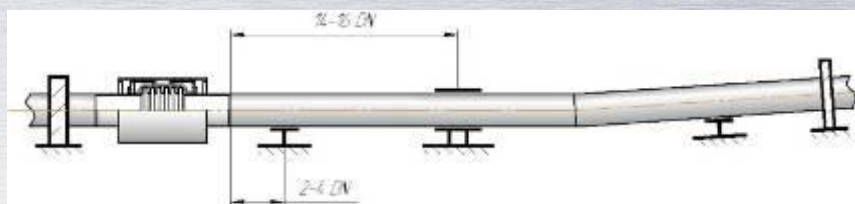
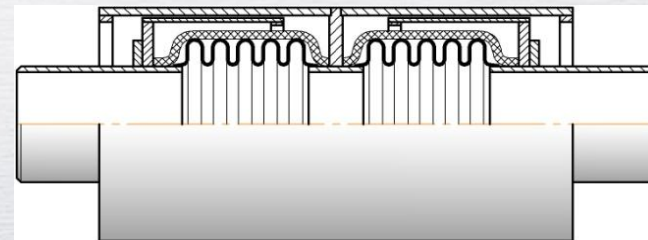
Применение сильфонных компенсационных устройств при изломах трубопровода

Излом



При применении сильфонных компенсационных устройств по техническим условиям ИЯНШ.300260.033 ТУ допускается наличие излома прямого участка трубопровода в пределах 5 градусов

Применение сильфонных компенсационных устройств без направляющих опор



При применении сильфонных компенсационных устройств по техническим условиям ИЯНШ.300260.033ТУ не требуется установки направляющих опор в соответствии с требованиями РД-3-ВЭП.

При отсутствии боковых нагрузок в трубопроводе направляющие опоры можно заменить на скользящие опоры, исключая прогиб трубопровода в месте установки СКУ¹¹² от собственного веса.

Вантовый мост через Ангару длиной 301 м для теплопровода DN 1000



На теплопроводе, проходящем через мост, применено одно сильфонное компенсационное устройство без направляющих опор на всем участке теплопровода между неподвижными опорами, установленными на берегах.



Направляющие опоры для сильфонных компенсаторов хомутового и трубообразного типа



Гарантированный зазор между направляющей и трубопроводом в рабочем состоянии должен составлять не более 1+1 мм на сторону.

Длина направляющих опор должна быть не менее 2DN.

Требования к неподвижным опорам



Расстояние между неподвижными опорами, L , не должно превышать величины, рассчитываемой по формуле:

$$L = 0,9 \cdot 2 \cdot \lambda_{-1} / [\alpha \cdot (t_{\max} - t_{\min})], \text{ м,}$$

где: λ_{-1} – амплитуда осевого хода компенсатора, мм;

α – коэффициент линейного расширения материала теплопровода;

t_{\max} и t_{\min} – максимальная и минимальная температура при эксплуатации, °С;

Требования к промежуточным неподвижным опорам



Неподвижные промежуточные опоры должны быть прочными при действии усилия F , рассчитываемого по формуле:

$$F = C_{\lambda} \cdot \lambda_{-1} + F_{\text{тр}},$$

кгс, где: C_{λ} - жесткость компенсатора при растяжении (сжатии), кН/м (кгс/см);

λ_{-1} - амплитуда осевого хода, см;

$F_{\text{тр}}$ - усилие от трения трубопровода на опорах, кгс.

Требования к концевым неподвижным опорам



Неподвижные концевые опоры теплотрасса должны быть прочными при действии распорных усилий $F_{пр}$, F_p , рассчитываемых по формулам:

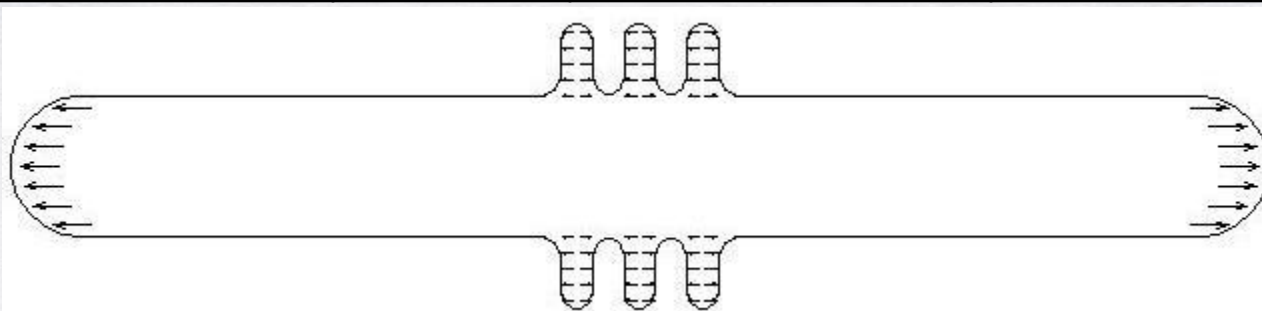
$$F_{пр} = 1,25 \cdot P_p \cdot S_{эф}, \text{ кгс}; \quad F_p = P_p \cdot S_{эф} + C_\lambda \cdot \lambda_{-1} + F_{тр}, \text{ кгс},$$

где: P_p - максимальное рабочее давление среды при эксплуатации теплотрасса, кгс/см²;

$S_{эф}$ - эффективная площадь компенсатора, см².

Величина распорного усилия

DN, мм	$P_{\text{раб.}},$ кгс/см ²	Эффективная площадь, $S_{\text{эф.}},$ см ²	Нагрузка на концевые неподвижные опоры, $F_{\text{пр.}},$ кгс
200	16	452	9040
250		680	13600
300		960	19200
350		1269	25380
400		1575	31500
500		2444	48880
600		3419	68380
700		4363	87260
800		5745	114900
900		7182	143640
1000		8638	172760

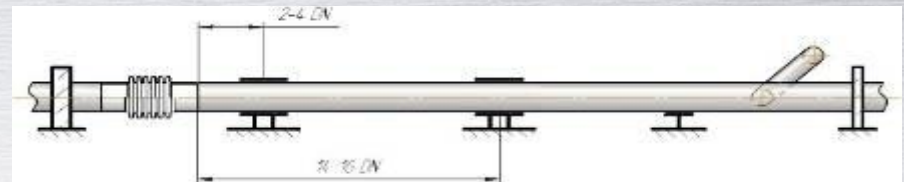
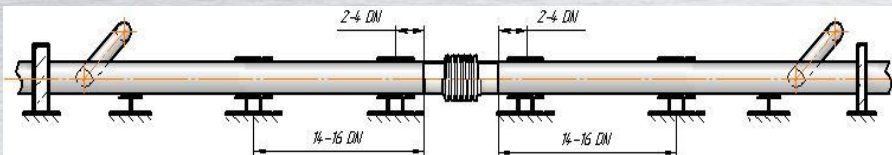


Нагрузки на неподвижные опоры



У сильфонных компенсаторов ОАО «НПП «Компенсатор» значения жесткости, эффективной площади и распорного усилия ниже, чем у компенсаторов других производителей, что приводит к уменьшению нагрузок на концевые неподвижные опоры на $5 \div 15\%$, а это – десятки тонн для теплопроводов диаметром свыше 700 мм

Место расположения СК и СКУ



Сильфонные компенсаторы и компенсационные устройства могут устанавливаться в любом месте трубопровода – как в середине пролета между неподвижными опорами, так и возле неподвижной опоры. Единственное ограничение – при бесканальной прокладке теплопровода двухсильфонные СКУ должны устанавливаться в середине пролета между неподвижными опорами (условно неподвижными сечениями трубопровода).

Требования к монтажу СК и СКУ



СКУ

Катушка

После проведения испытаний трубопровода (без установленного СКУ) на прочность и герметичность из смонтированного на опорах трубопровода в месте, указанном в проекте, необходимо вырезать участок (“катушка”), длина которого равна длине $L_{\text{МОНТ}}$, которая должна быть указана в проекте.

На место “катушки” необходимо установить СКУ, соблюдая соосность трубопровода, и приварить его к одному из концов трубопровода.

Предварительная растяжка сильфонных компенсационных устройств



Сильфонные компенсаторы и сильфонные компенсационные устройства поставляются в нейтральном состоянии и для использования их максимальной компенсирующей способности при монтаже их необходимо растянуть с помощью монтажных приспособлений, после чего произвести их состыковку (сварку) со свободным концом трубы.

Длина растянутого СК или SKU, $L_{\text{МОНТ}}$, рассчитывается по формуле:

$$L_{\text{МОНТ}} = L_0 + \alpha \cdot L [0.5 \cdot (t_{\text{max}} + t_{\text{min}}) - t_{\text{МОНТ}}], \text{ мм},$$

где: L_0 - длина SKU в состоянии поставки, приведенная в паспорте, мм;

$t_{\text{МОНТ}}$ - температура теплопровода при монтаже, °С.

Для растяжки СКУ (DN1000, 1200, PN25) на 100мм предлагается использовать следующие талрепы (по ГОСТ 9690-71):

DN, мм	Тип СКУ	Нагрузка, тс	Количество талрепов по диаметру	Допускаемая нагрузка на талреп, тс	Резьба талрепа, d
1000	СКУ	16,0	4	4,0	M27
1000	2СКУ	8,0	3	3,2	M24
1200	СКУ	19,0	5	4,0	M27
1200	2СКУ	9,5	3	3,2	M24

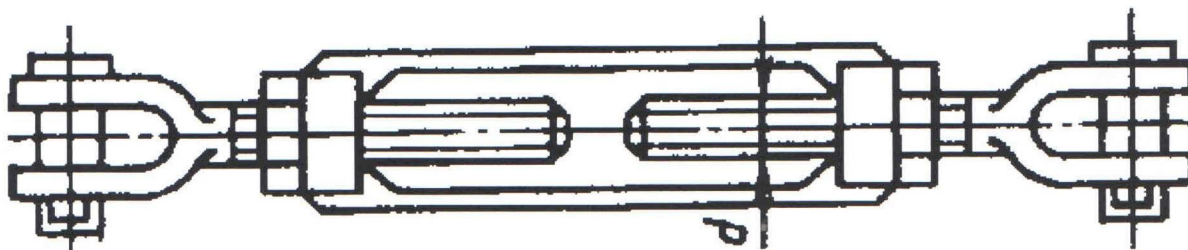
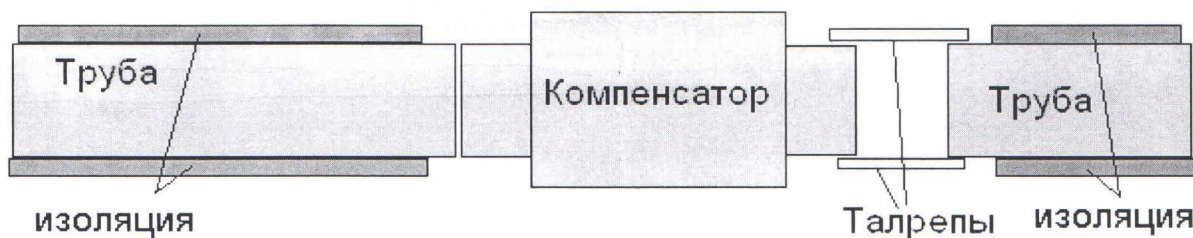


Схема использования талрепов:



Талрепы крепятся к временно привариваемым планкам (планки толщиной 30мм).

О ПРОЕКТЕ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СТАНДАРТА
**«КОМПЕНСАТОРЫ СИЛЬФОННЫЕ
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ
ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ.
ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ»**

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТА

КОМПЕНСАТОРЫ И УПЛОТН
СИЛЬФОННЫЕ МЕТАЛЛИЧЕ

ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Издание официальное



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАН
СОЮЗА ССР

КОМПЕНСАТОРЫ И УПЛОТН
СИЛЬФОННЫЕ МЕТАЛЛИЧЕ

ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

ГОСТ 27036-86

Издание официальное



ИНК ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
Москва

БЗ 10-95

ИНК ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
Москва

БЗ 4-2003



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

КОМПЕНСАТОРЫ И УПЛОТНЕНИЯ
СИЛЬФОННЫЕ

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

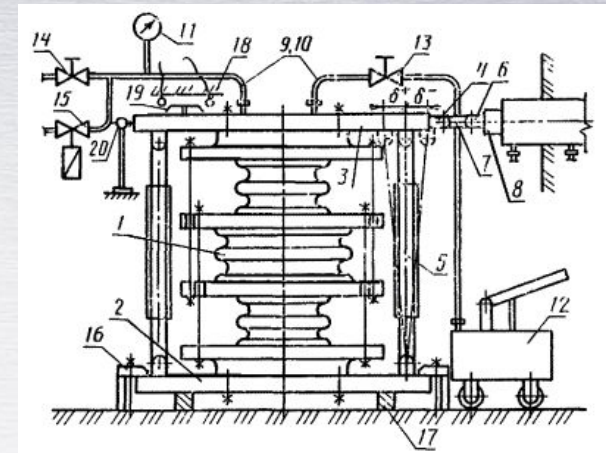
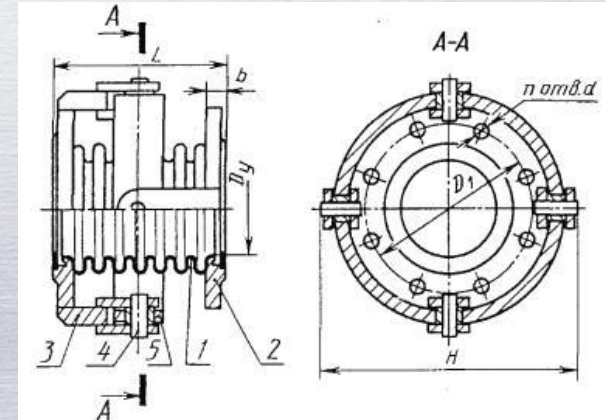
ГОСТ 25756-83

Издание официальное

Цена 3 коп.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ССРС ПО СТАНДАРТАМ
Москва


КОМПЕНСАТОР



Специалисты ОАО «НПП «Компенсатор», начиная с середины 80-х годов и по сей день являются основными разработчиками стандартов охватывающих широкий спектр вопросов связанных с производством, испытаниями, монтажом и эксплуатацией сильфонной техники в различных отраслях промышленности.

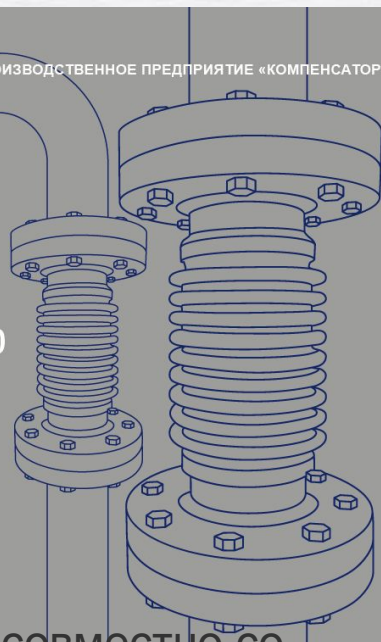


УКАЗАТЕЛЬ

ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ
НА КОМПЕНСАТОРЫ И УПЛОТНЕНИЯ
СИЛЬФОННЫЕ

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
НА СИЛЬФОННУЮ ТЕХНИКУ

2013



6. Межгосударственные стандарты

Обозначение НД	Наименование	Технический комитет - разработчик	
ГОСТ 12815-80	Фланцы арматуры, соединительных частей и трубопроводов на PN от 0,1 до 20,0 МПа. Типы. Присоединительные поверхности и размеры уплотнительной поверхности	Межгосударственный ТК:259 – Трубопроводная арматура и сильфоны	
ГОСТ 18321-73	Статистический отбор качества. Методы случайного отбора выборок штучной продукции	Межгосударственный ТК:125 – Стандартизация статистических методов управления качеством продукции	
ГОСТ 22161-76	Машины, механизмы, паровые котлы сосуды и аппараты судовые. Нормы и правила гидравлических и воздушных испытаний	Межгосударственный ТК:5 - Судостроение	
4	ГОСТ 24054-80	Изделия машиностроения и приборостроения. Методы испытания на герметичность. Общие требования	Управление Ростехрегулирования 320 - Управление стандартизации и сертификации сырья и материалов
5	ГОСТ 25756-83	Компенсаторы и уплотнения сильфонные. Термины и определения	Межгосударственный ТК:5 - Судостроение

К концу 2013 года, совместно со специалистами НП «Российское теплоснабжение», технических комитетов ТК 5, ТК259, а также ведущими научно-исследовательскими институтами, всего разработано:

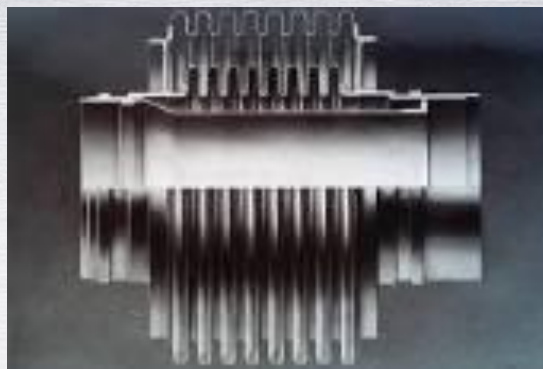
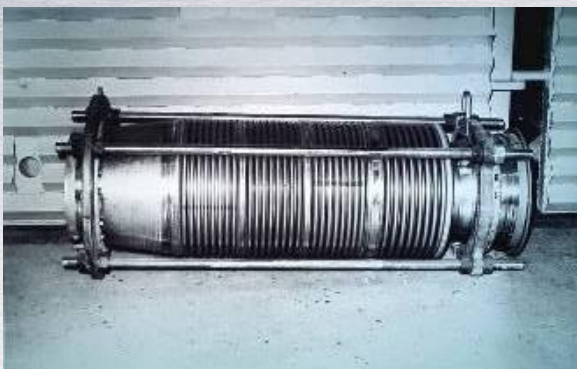
- Стандарта организации – 2 шт.
- Отраслевых стандартов – 5 шт.
- Руководящих документов – 8 шт.
- Национальных и Межнациональных стандартов (ГОСТ) – 16 шт.

... и в данный момент ведется разработка ГОСТ «Компенсаторы сильфонные металлические для тепловых сетей. Общие технические условия».

Проект ГОСТ «Компенсаторы сильфонные металлические для тепловых сетей. Общие технические условия».

ОСНОВАНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ

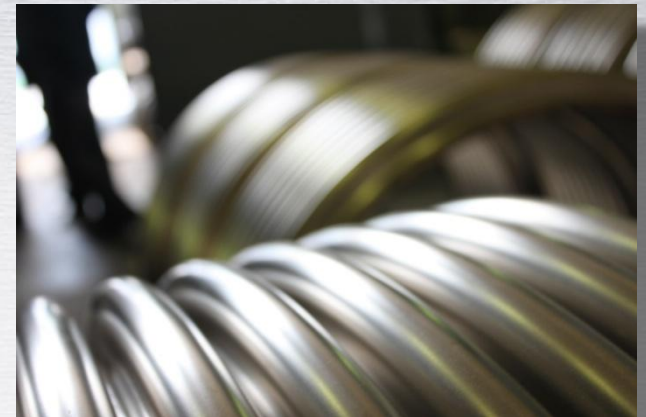
Существующие сегодня нормативные документы ГОСТ 27036-86 «Компенсаторы сильфонные металлические. Общие технические требования» и ГОСТ Р 50671-94 «Компенсаторы сильфонные металлические для трубопроводов электрических станций и тепловых сетей. Типы, основные параметры и общие технические требования» устарели и требовали пересмотра.



Проект ГОСТ «Компенсаторы сильфонные металлические для тепловых сетей. Общие технические условия».

ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ СТАНДАРТА

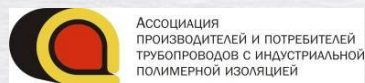
- 1) Область применения - сильфонные компенсаторы и сильфонные компенсационные устройства, на номинальное давление до PN2,5 МПа и на рабочую температуру до 200 градусов Цельсия, включительно, номинальным диаметром от DN50мм до DN1400мм.
- 2) Технические требования (показатели надёжности, показатели безотказности, требования стойкости к внешним воздействиям)
- 3) Правила приемки (требования к испытаниям, контролю качества сильфонных компенсаторов);
- 4) Методы контроля (требования к испытательному оборудованию и средствам измерений);
- 5) Транспортирование и хранение;
- 6) Указания по эксплуатации (применению);
- 7) Гарантии изготовителя;





Открытое акционерное общество
«Научно-производственное предприятие
«КОМПЕНСАТОР»

Применение поворотных, сдвиговых и разгруженных сильфонных компенсаторов в трубопроводах



АССОЦИАЦИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ И ПОТРЕБИТЕЛЕЙ
ТРУБОПРОВОДОВ С ИНДУСТРИАЛЬНОЙ
ПОЛИМЕРНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

NONCOMMERCIAL
PARTNERSHIP
"RUSSIAN
HEAT SUPPLYING"

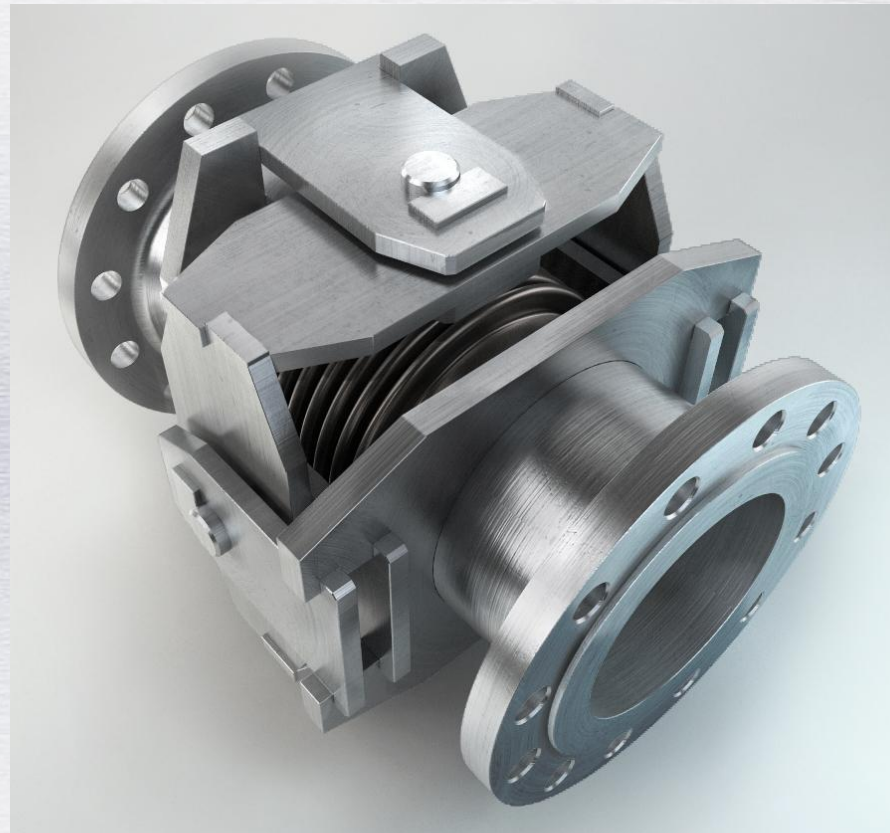
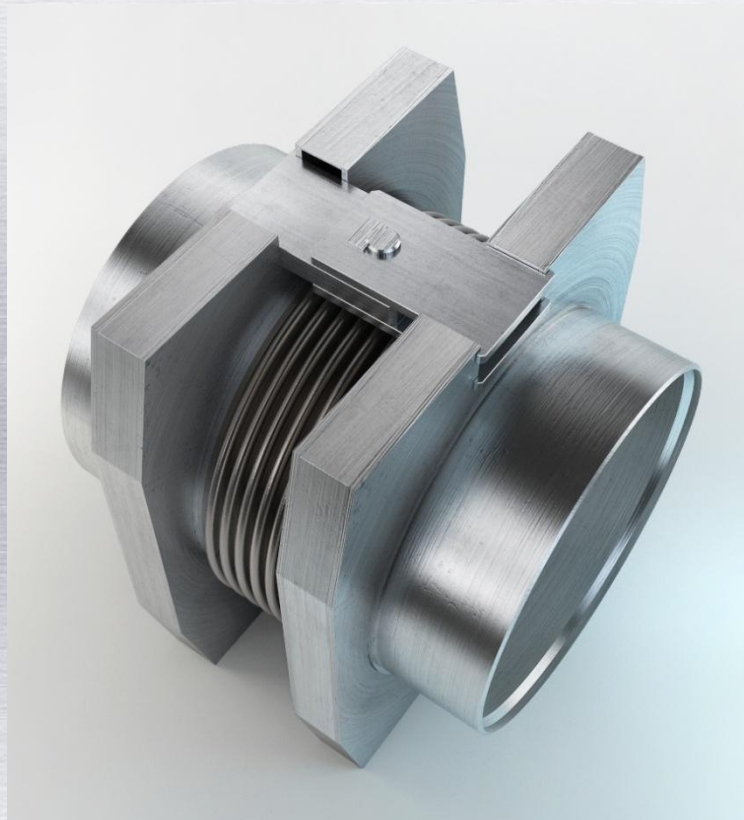


НЕКОММЕРЧЕСКОЕ
ПАРТНЕРСТВО
"РОССИЙСКОЕ
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ"





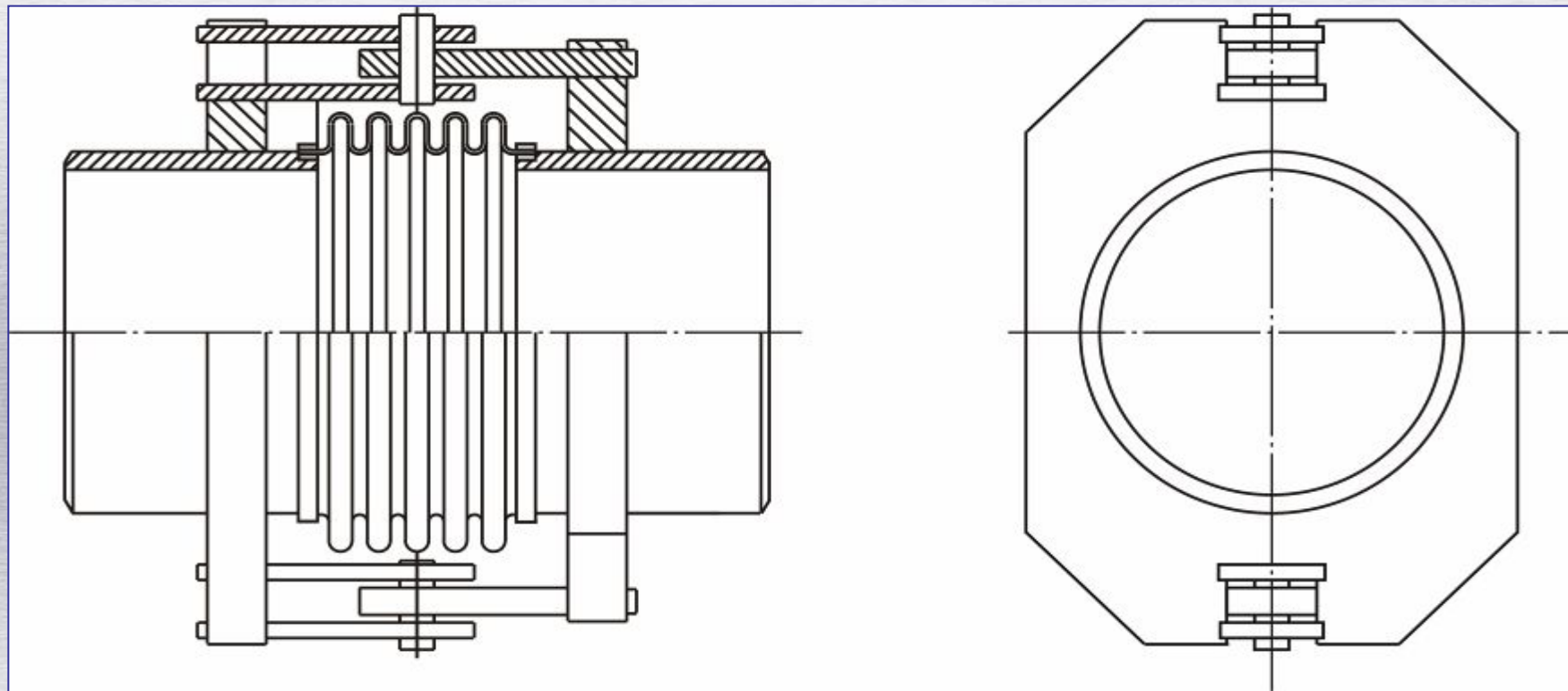
ПОВОРОТНЫЕ КОМПЕНСАТОРЫ



Сильфонные компенсаторы поворотного типа представляет из себя шарнирную конструкцию, которая состоит из сильфона, присоединительной и ограничительной арматуры.



Компенсатор сильфонный поворотный одноплоскостной



Ограничительная арматура шарнирного типа выполнена в виде двух вилок, оси вращения которых расположены в одной плоскости.

Данная конструкция позволяет воспринимать угловые перемещения только в одной плоскости.



Компенсатор сильфонный поворотный одноплоскостной





Применение одноплоскостных поворотных сильфонных компенсаторов





Применение одноплоскостных поворотных сильфонных компенсаторов внутри ТЭЦ





Применение поворотных компенсаторов на трубопроводах

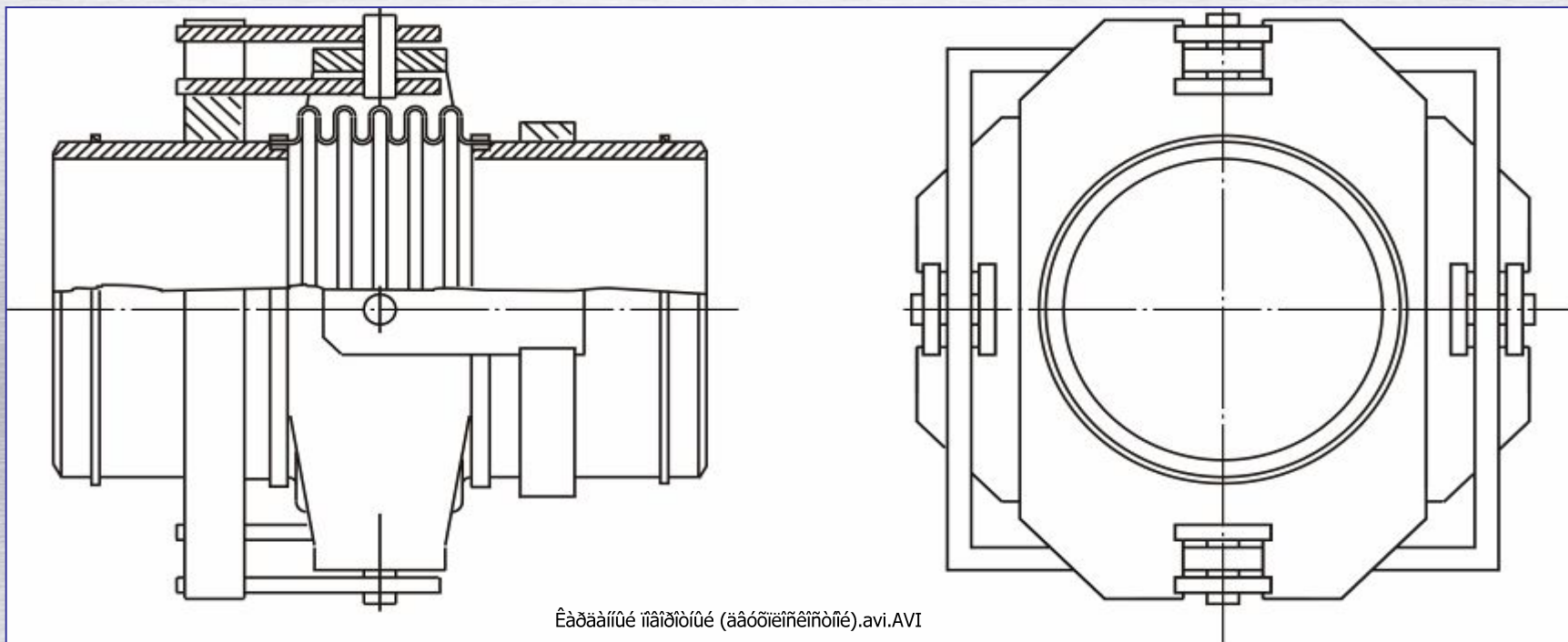


Применение поворотных компенсаторов на трубопроводах





Компенсатор сильфонный поворотный двухплоскостной (карданный)

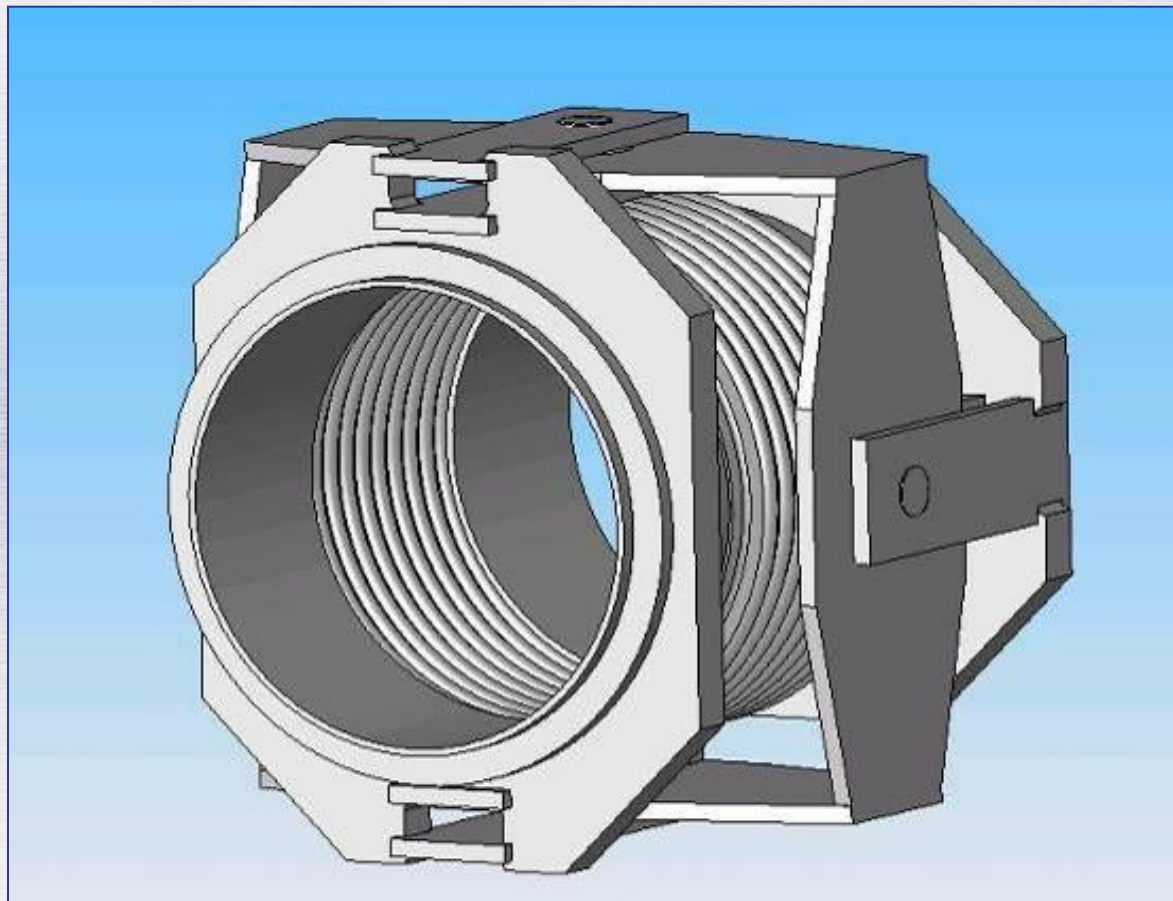


Εαδααίιυέ ιαιθιθίυέ (ααόσρείηέηθόηέ).avi.AVI

Ограничительная арматура выполнена в виде шарнира карданного типа, оси вращения которых расположены в двух плоскости. Данная конструкция позволяет воспринимать угловые перемещения во всех направлениях.



Компенсатор сильфонный поворотный двухплоскостной (карданный)



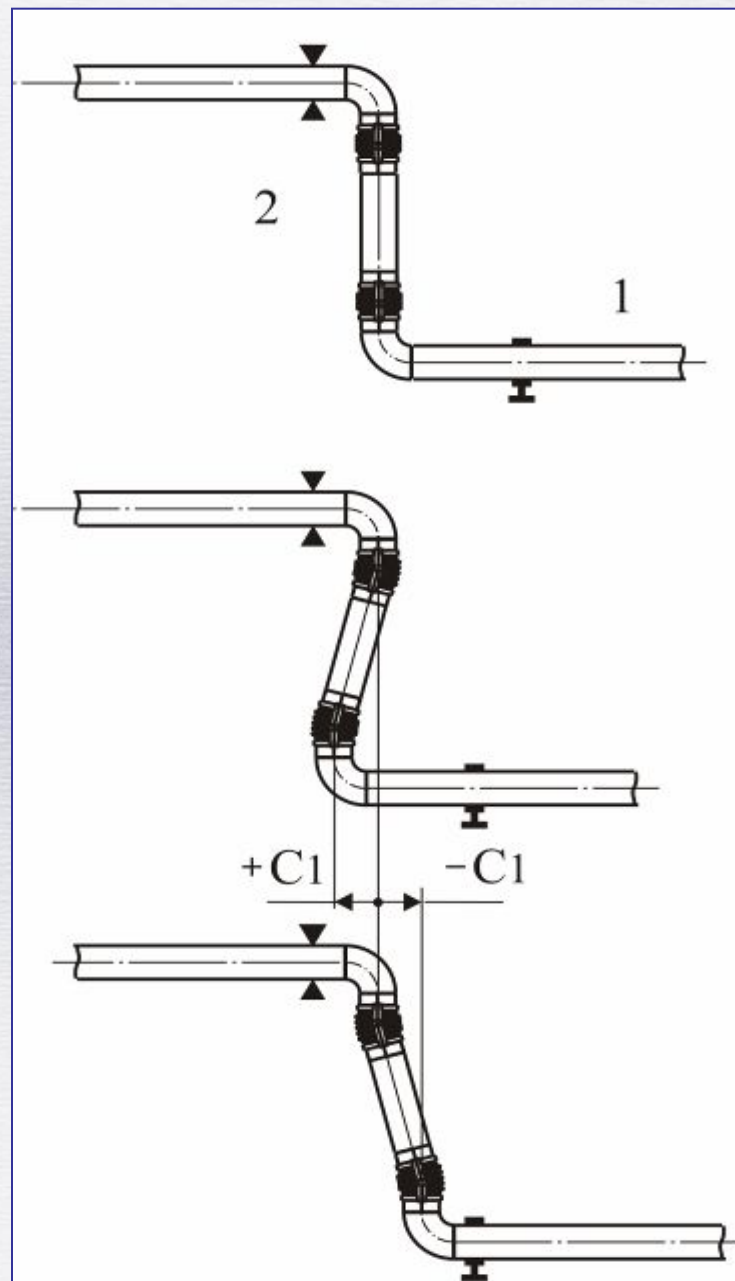
Компенсаторы данного типа применяются в пространственных системах (имеющих перемещения в 3-х плоскостях).



Двухшарнирная Z-образная система

Угловые компенсаторы перпендикулярны к направлению перемещения движения участка 1.

Изменение длины короткого участка 2 минимально и в расчет не принимается

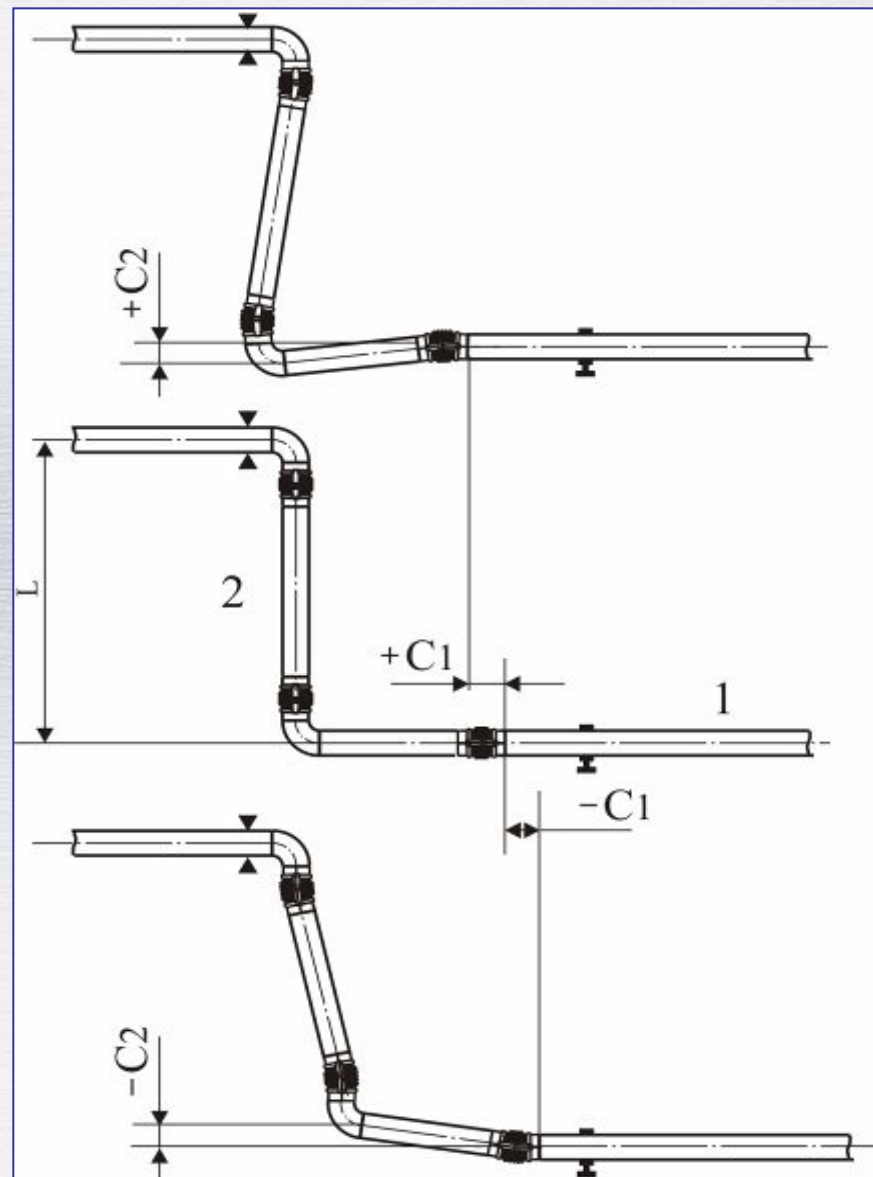




Трехшарнирная Z-образная система

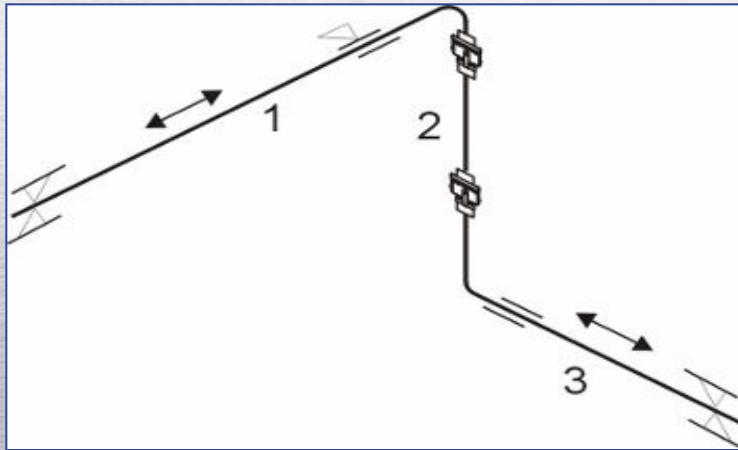


Поворотные компенсаторы на вертикальном участке, как в предыдущей схеме, воспринимают перемещение участка 1. Компенсатор на горизонтальном участке как дополнительный элемент для восприятия перемещения вертикального участка 2.

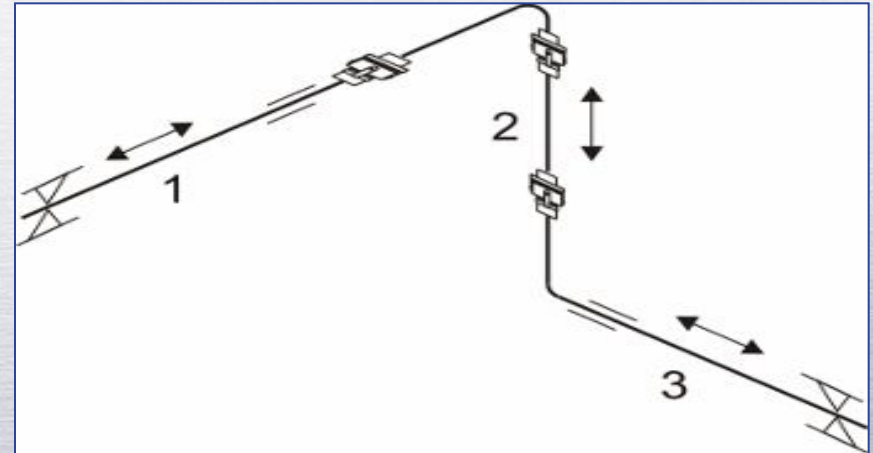




Компенсация пространственной системы. Перемещения трубопроводов в двух плоскостях.



Двухшарнирная схема в Z-образной системе
Изменение длины короткого участка 2 минимально и в расчет не принимается.



Трёхшарнирная схема в Z-образной системе
Компенсатор на участке 1 для восприятия перемещения вертикального участка 2.

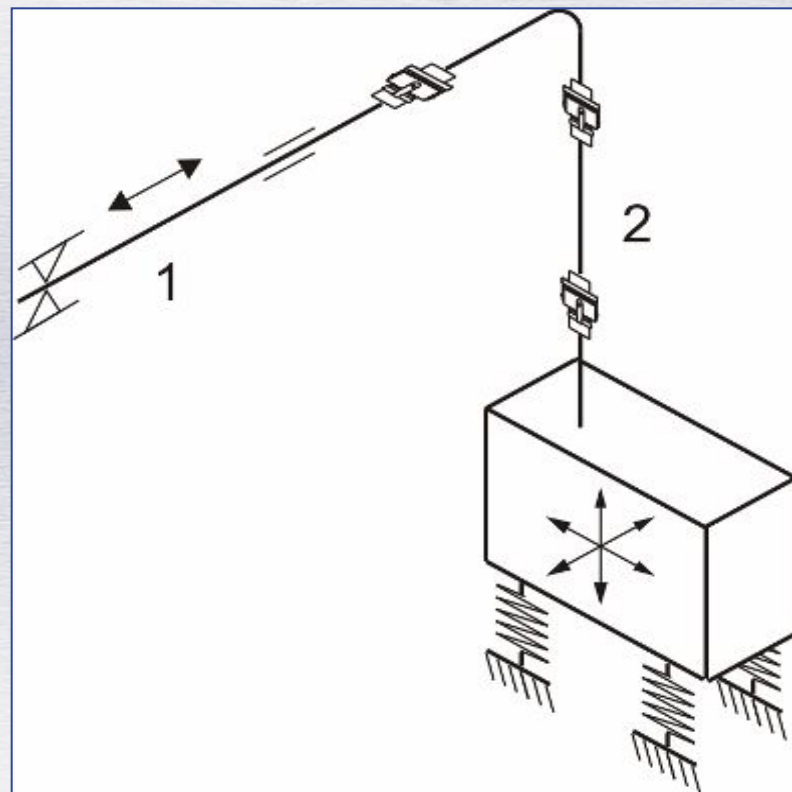




Компенсация пространственной системы. Перемещения трубопроводов в двух плоскостях.

Трехшарнирная схема в L-образной системе

- Компенсатор на участке 1 воспринимает температурные расширения участка 2 и перемещения установки в вертикальном направлении.
- Компенсаторы на участке 2 воспринимают сдвиговые перемещения установки во всех направлениях.





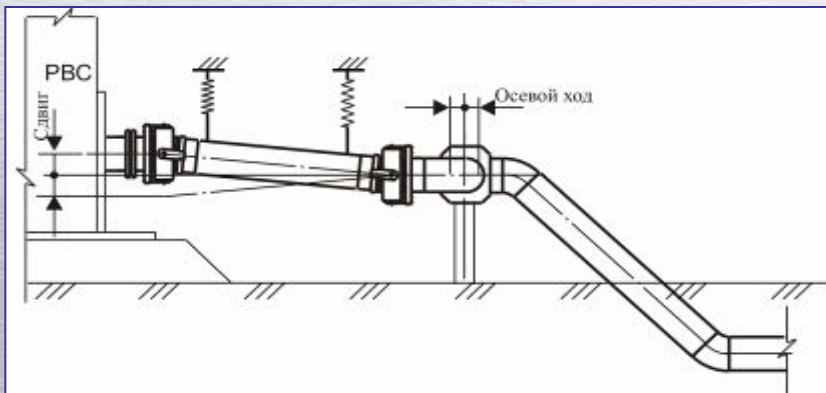
Применение поворотных одноплоскостных сильфонных компенсаторов



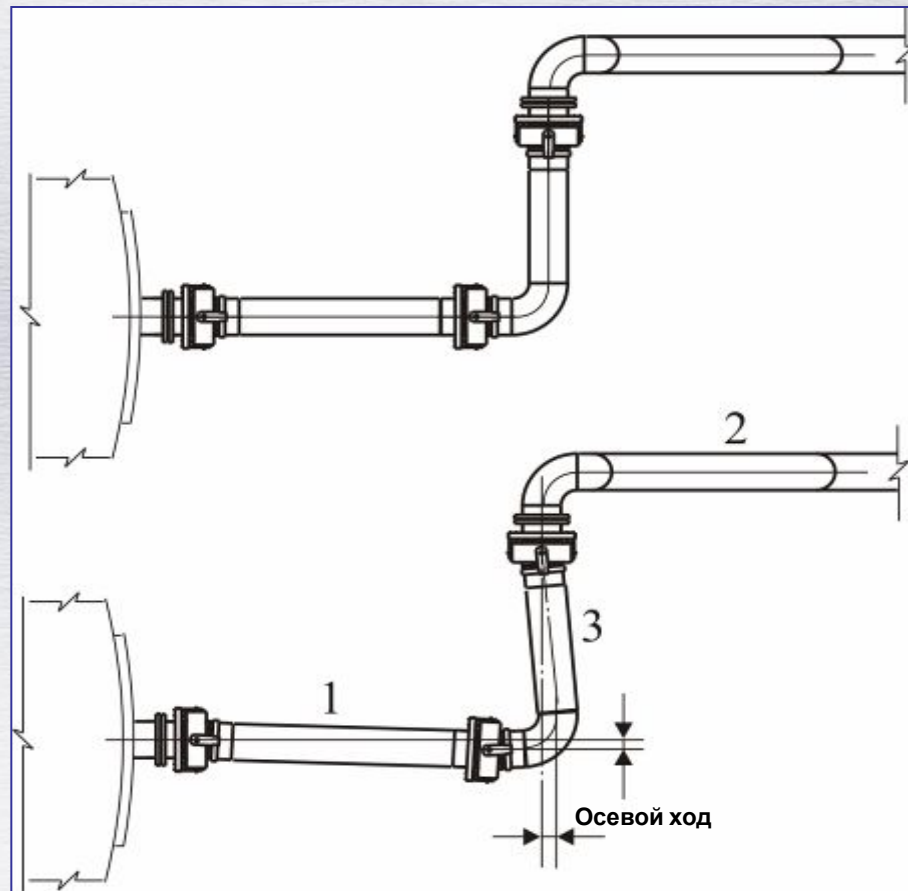
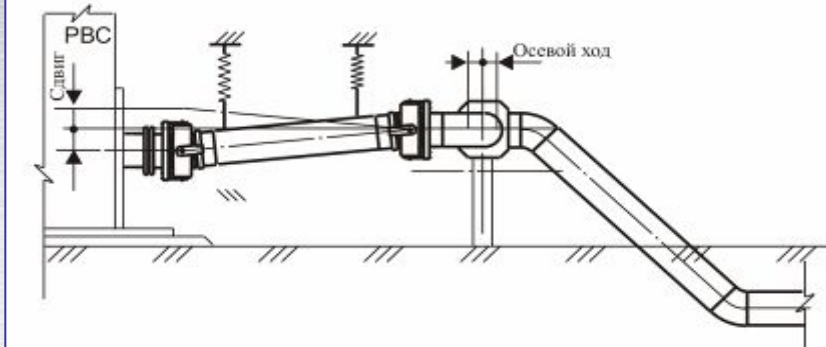
Компенсаторы датской фирмы “VELMAN” на Туапсинском НПЗ



Схема установки поворотных карданных сильфонных компенсаторов в системе компенсации нагрузок от приемо-раздаточных патрубков на стенку РВС

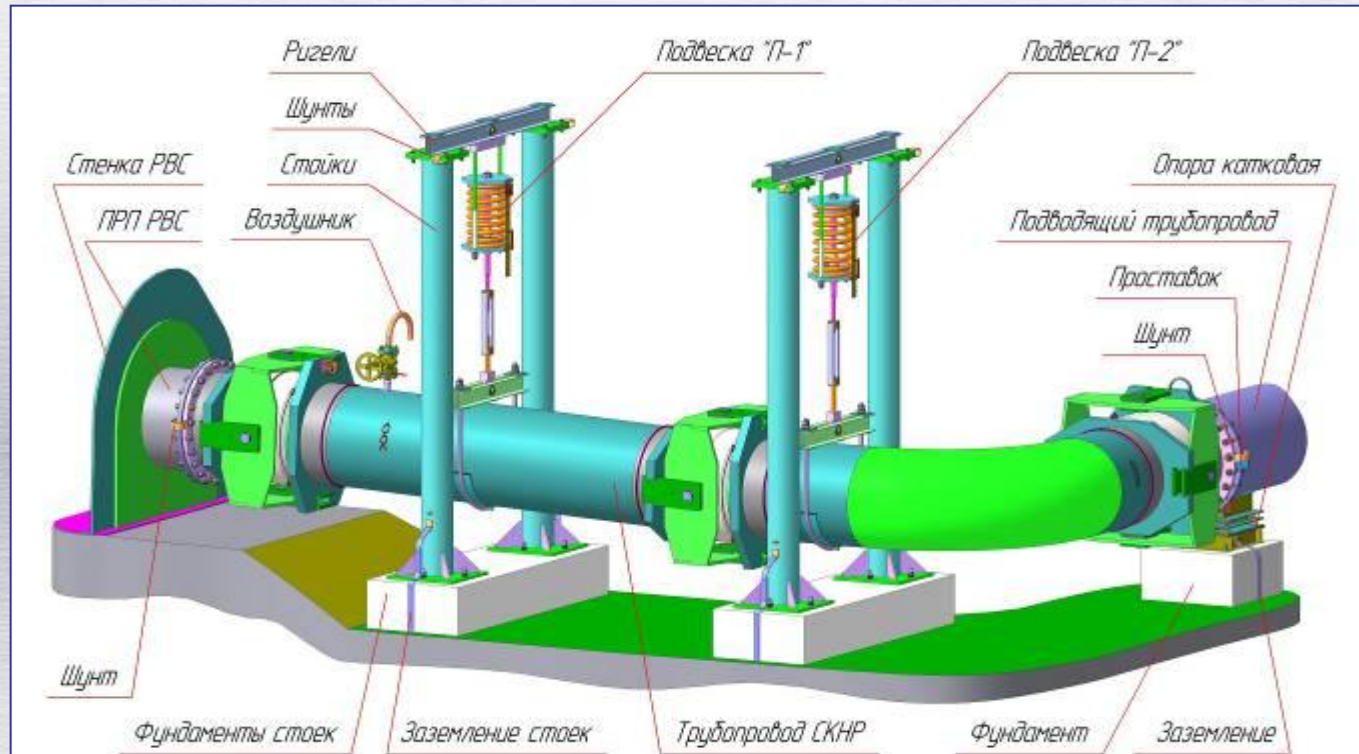


Расположение сильфонных компенсаторов после
заполнения резервуара (осадка грунта)





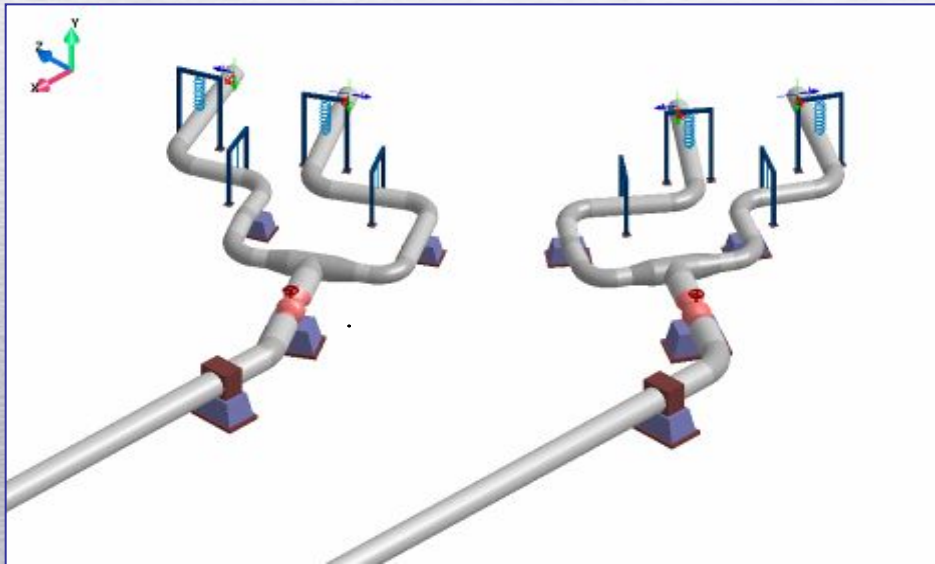
Системы компенсации нагрузок от приемо-раздаточных патрубков на стенку РВС



Резервуар 50000 м³ с 4-мя патрубками

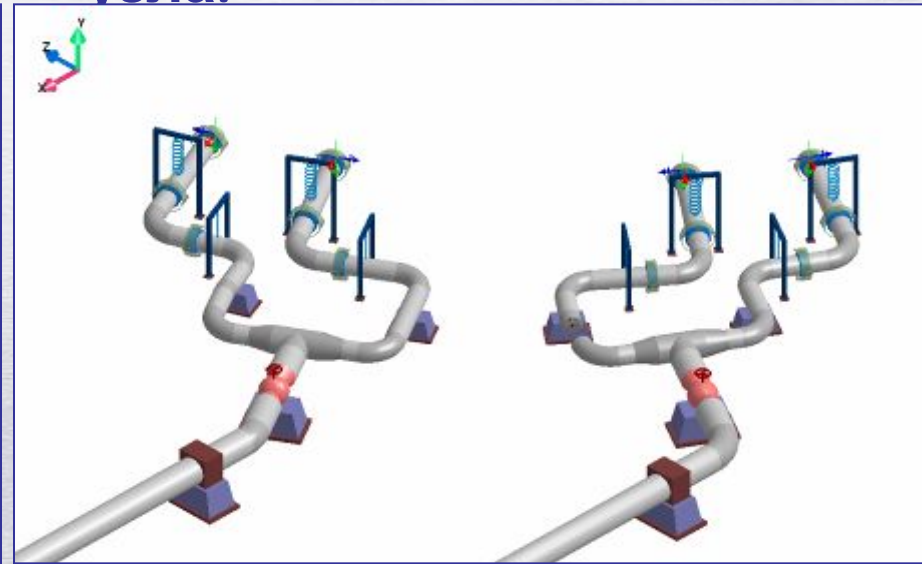


Нагрузки на патрубки резервуара в локальной системе координат от действия приемо-раздаточного узла.



Приемо-раздаточный узел без сильфонных компенсаторов

Имя	R_1	R_2	R_3	M_1	M_2	M_3
	ТНС			ТНС·М		
ППР-1	-16.62	20.60	7.35	33.633	-7.389	67.458
ППР-2	-8.21	20.49	2.97	31.490	-0.614	68.192
ППР-3	-7.06	20.21	-2.38	-30.884	-1.391	68.177
ППР-4	-16.47	20.54	-7.13	-34.301	6.570	67.231



Приемо-раздаточный узел с сильфонными компенсаторами

Имя	R_1	R_2	R_3	M_1	M_2	M_3
	ТНС			ТНС·М		
ППР-1	-2.61	-1.05	0.83	3.497	-1.829	1.609
ППР-2	-2.58	-1.07	0.82	3.253	-1.814	1.602
ППР-3	-2.56	-1.08	-0.82	-3.356	1.805	1.594
ППР-4	-2.62	-1.04	-0.83	-3.217	1.828	1.617



Резервуар 50 000 м3 с 4-мя патрубками



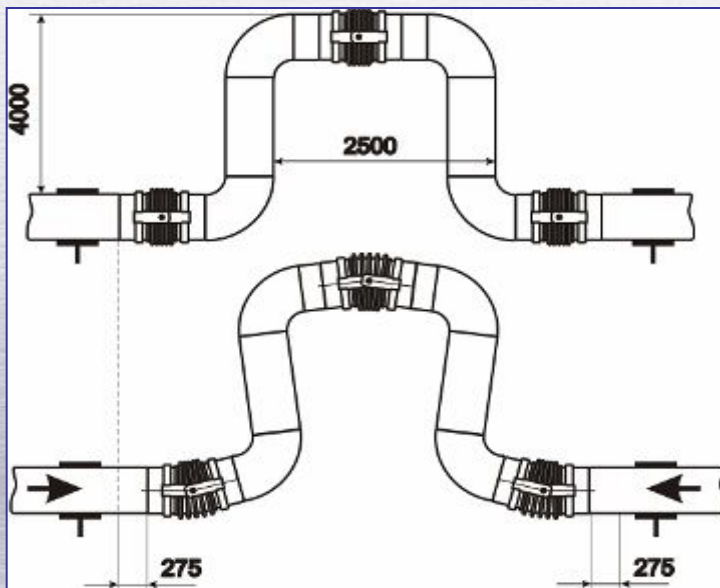


Система компенсации нагрузок от приемораздаточных патрубков на стенку РВС





Применение поворотных (угловых) сильфонных компенсаторов на П-образных компенсаторах



Компенсирующая способность П-образного компенсатора DN 700 мм с размерами 10 x 10 м составляет 200 мм.

При установке на П-образный компенсатор DN 700 с размерами 4 x 2,5 м поворотных сильфонных компенсаторов с углом поворота $\pm 4^\circ$ (2 шт.) и $\pm 8^\circ$ (1 шт.), осевая компенсирующая способность системы составит 1100 мм без передачи распорного усилия на трубопровод.

Применение данной схемы позволит как минимум в 5 раз сократить количество П-образных компенсаторов на трубопроводе и в 3 раза уменьшить их размеры.



Ресурсные испытания поворотных сильфонных компенсаторов





Ресурсные испытания поворотных компенсаторов зарубежных



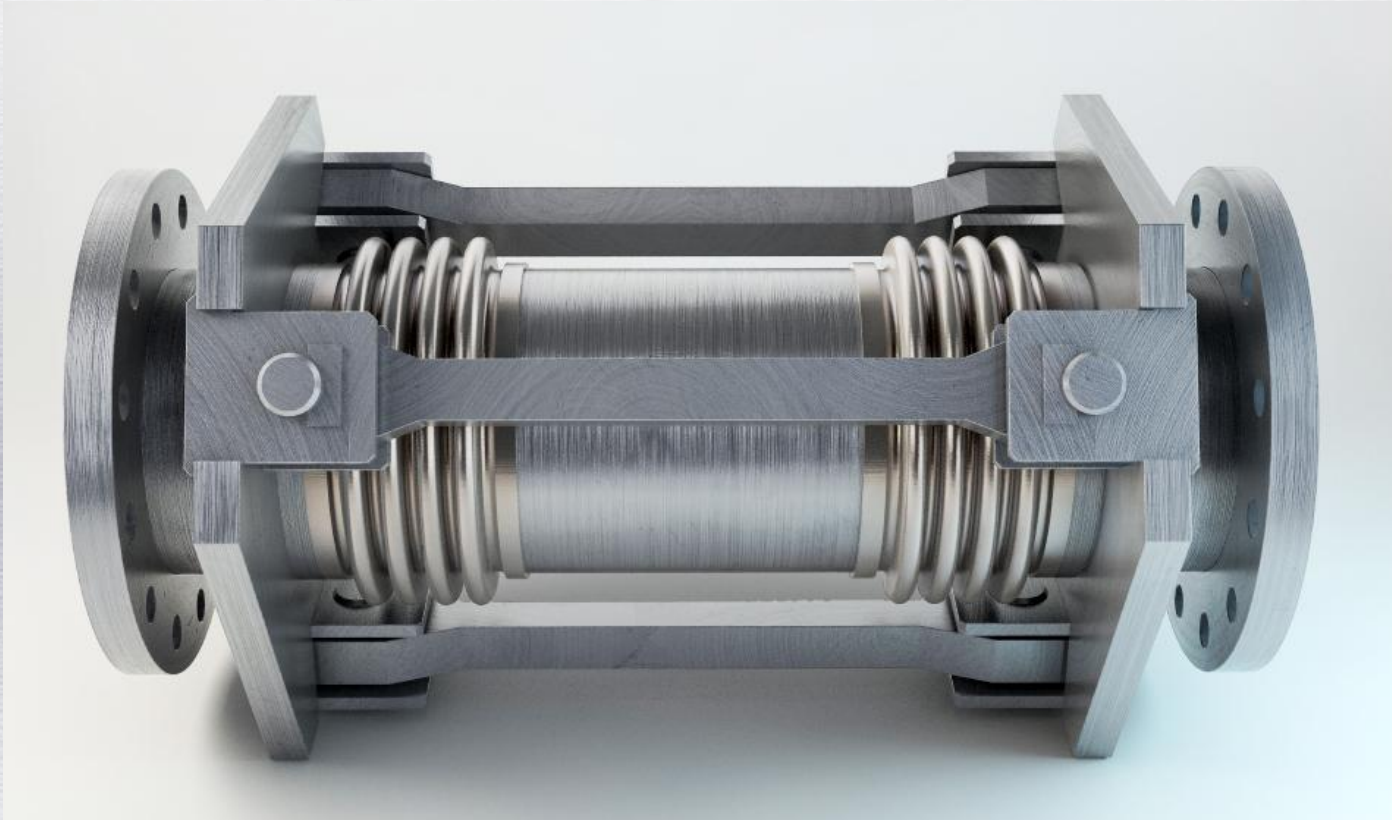


Отгрузка поворотных сильфонных компенсаторов





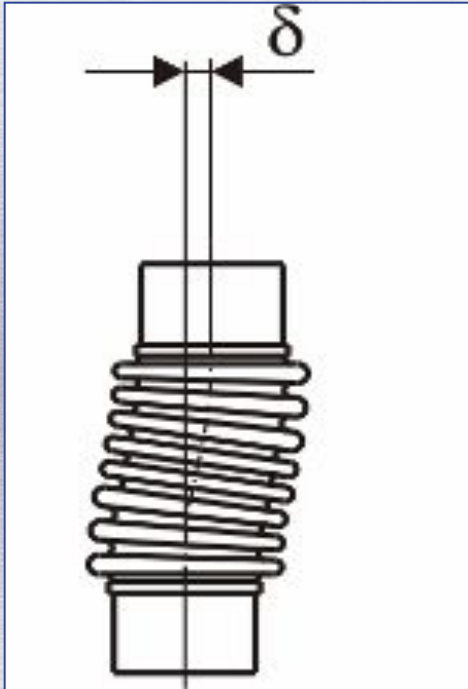
СДВИГОВЫЕ КОМПЕНСАТОРЫ



Сильфонные компенсаторы сдвигового типа представляет из себя шарнирную конструкцию, которая состоит из сильфона, соединительной и ограничительной арматуры.

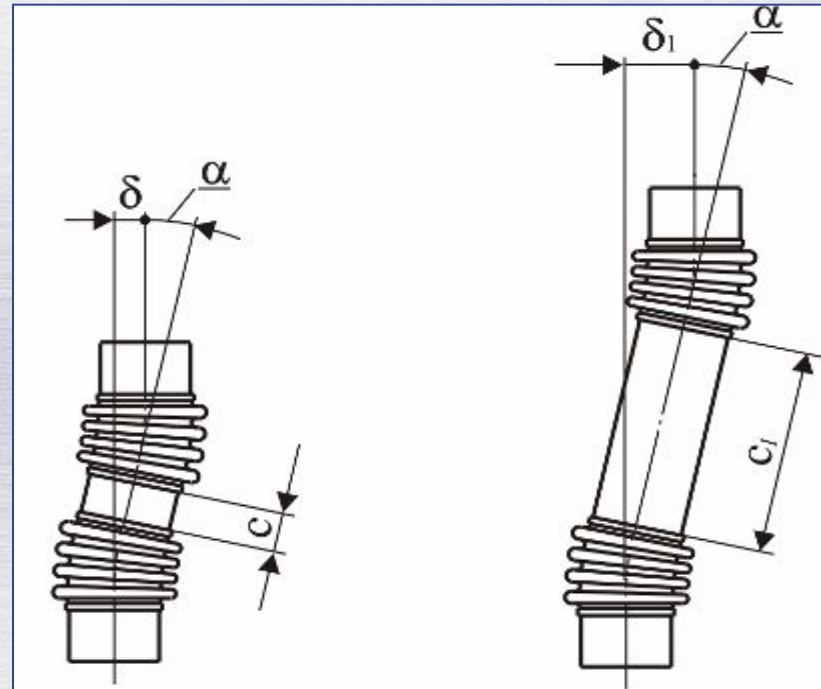


Принцип работы сдвиговых компенсаторов: односильфонного и двухсильфонных с короткой и удлиненной промежуточной трубной вставкой



**Односильфонный
сдвиговой**

компенсатор



**Двухсильфонные
сдвиговые**

компенсаторы

Из рисунков видно, что с увеличением длины промежуточной вставки между сифонами пропорционально увеличивает сдвиг компенсатора

Нагрузки и моменты, действующие на патрубки насоса

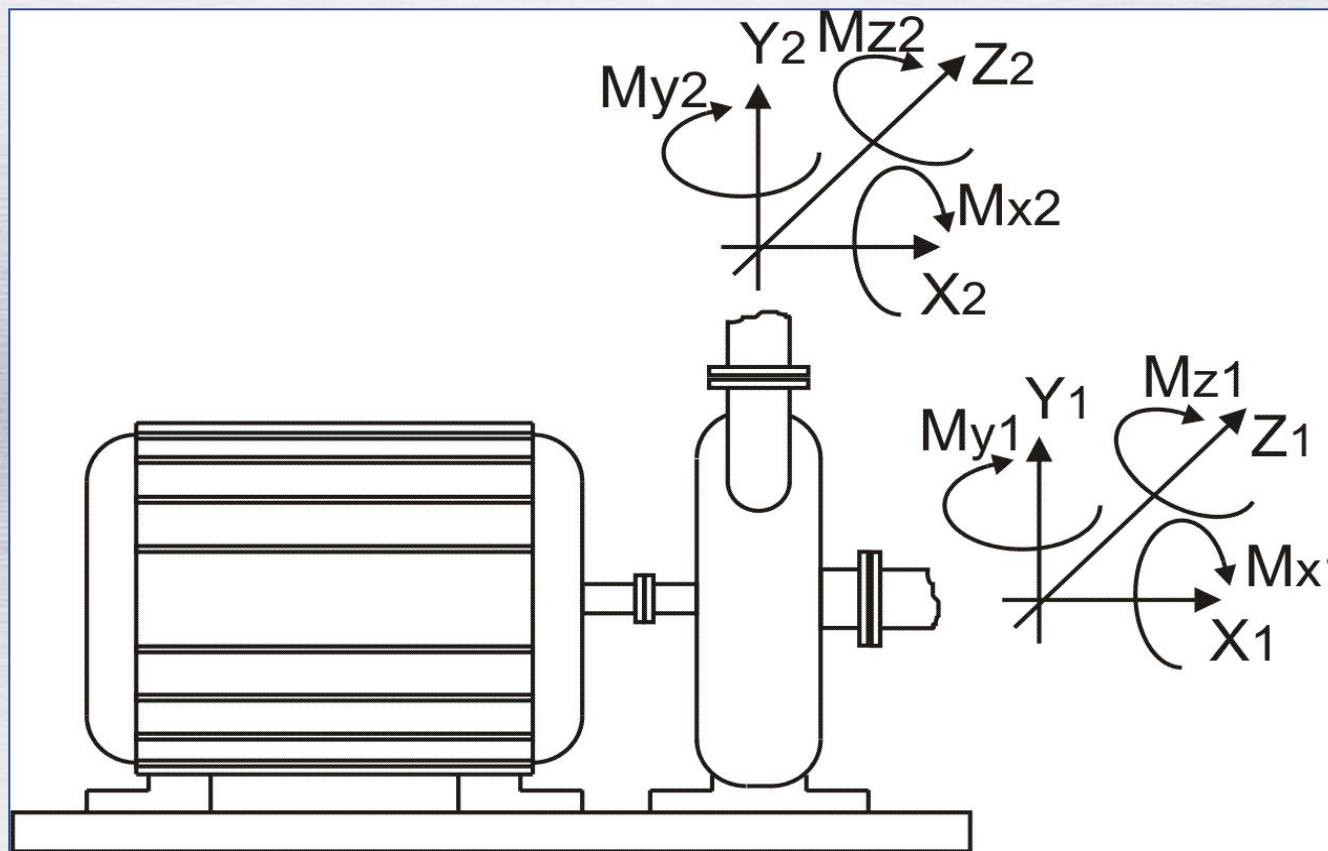
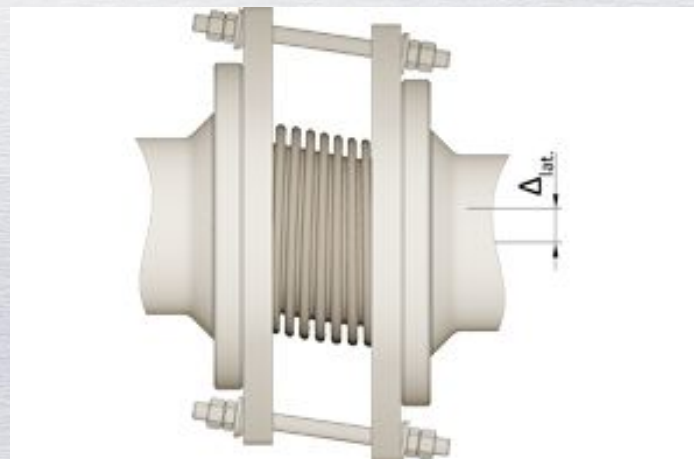
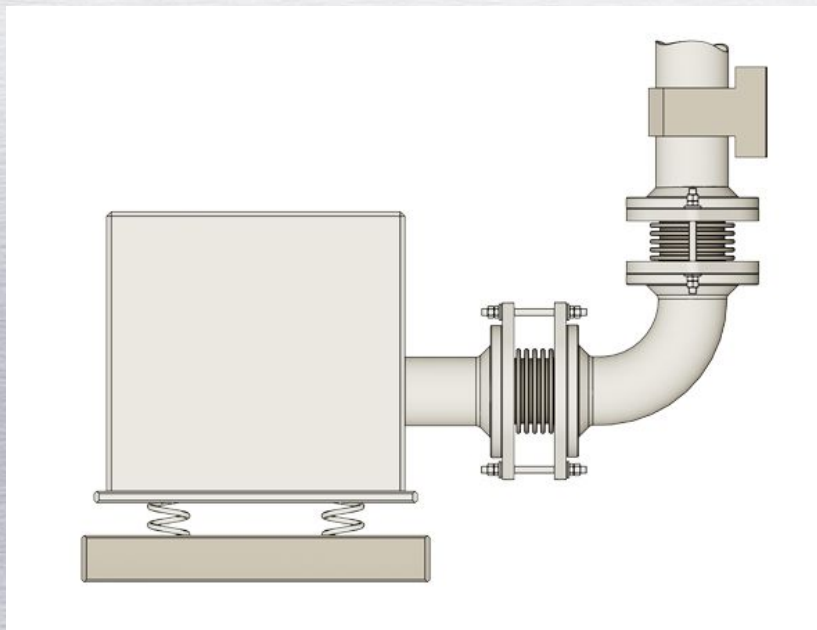


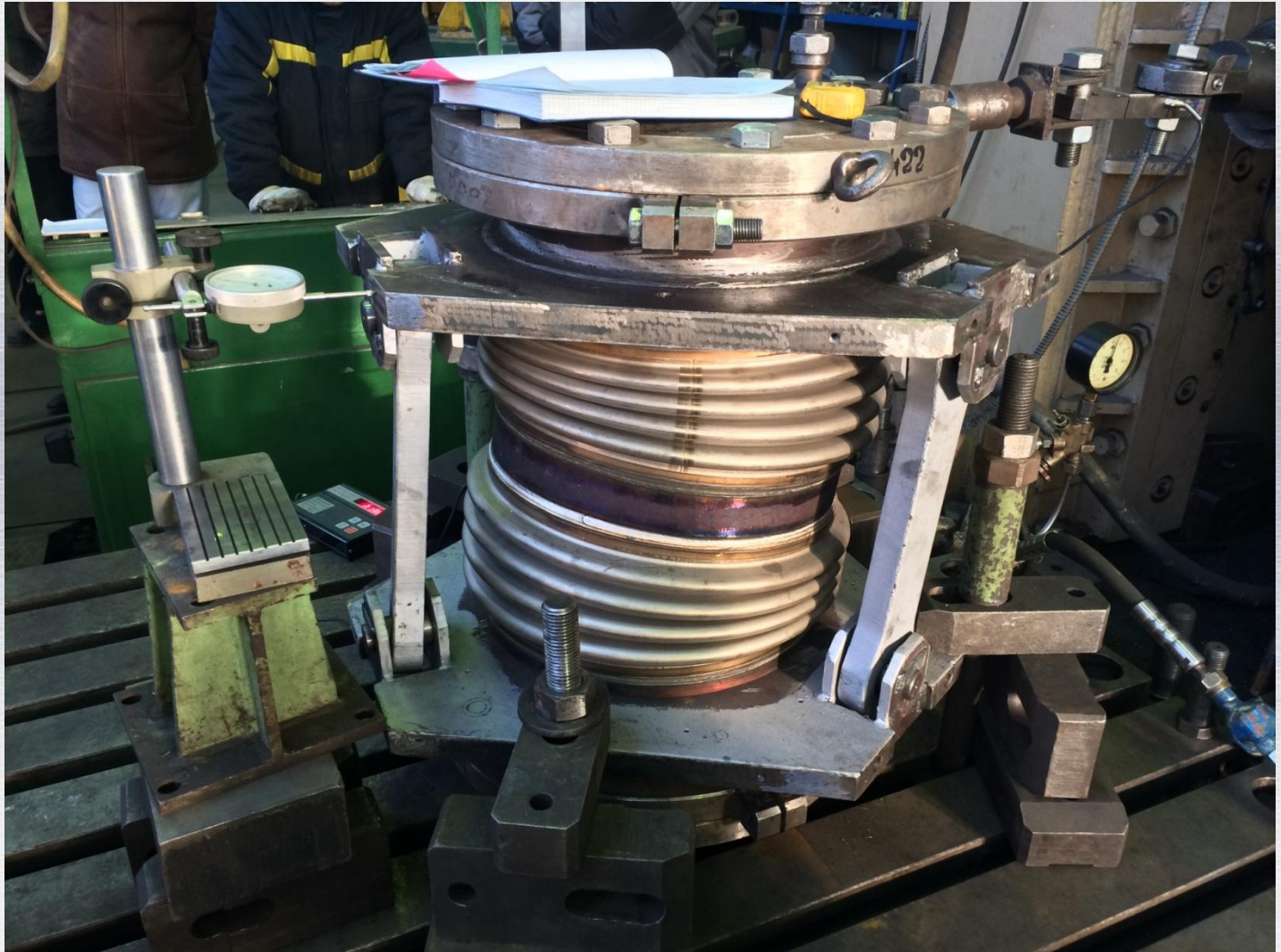


Схема обвязки насоса с применением сдвиговых сильфонных компенсаторов



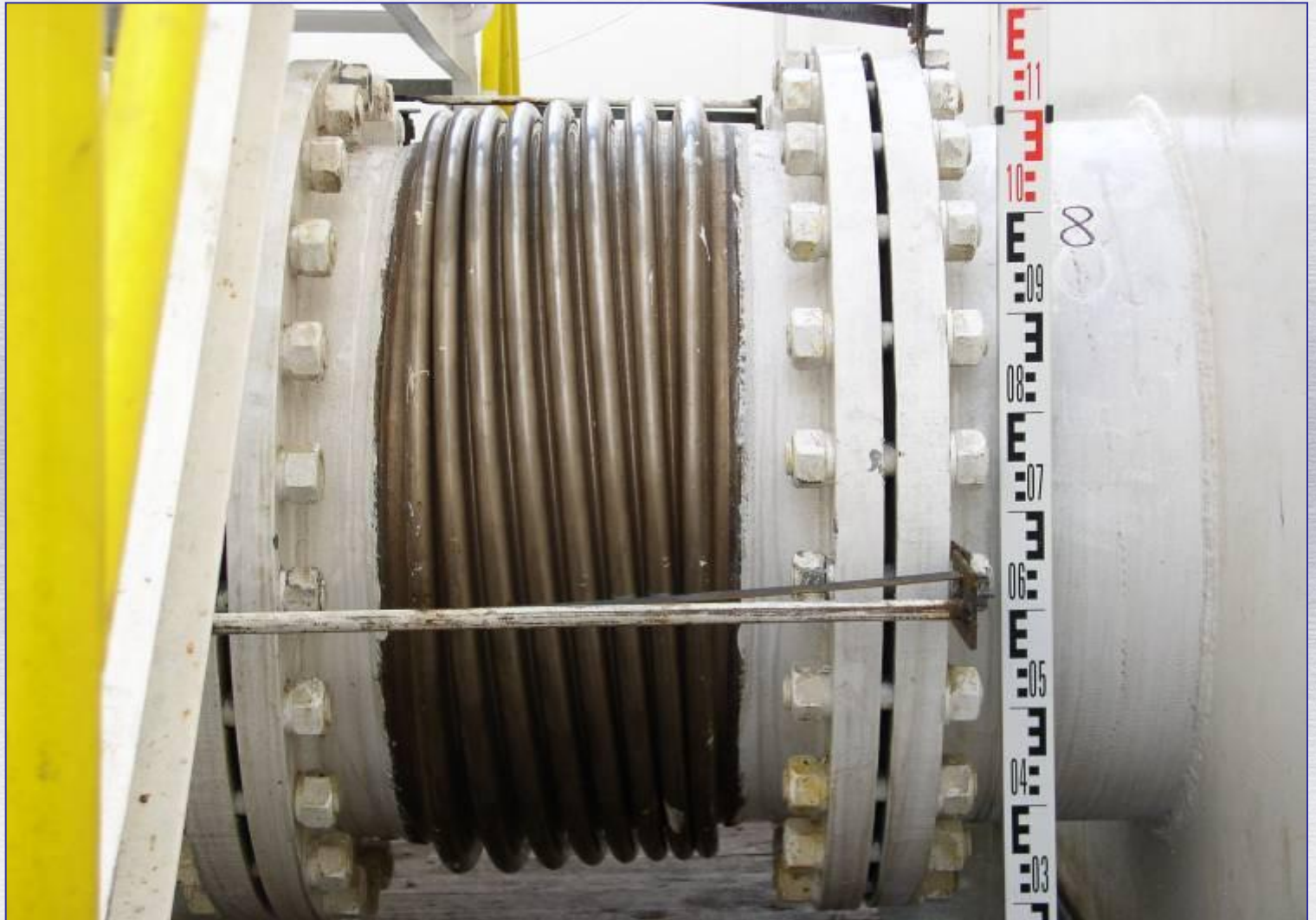


Испытания односильфонного сдвигового компенсатора



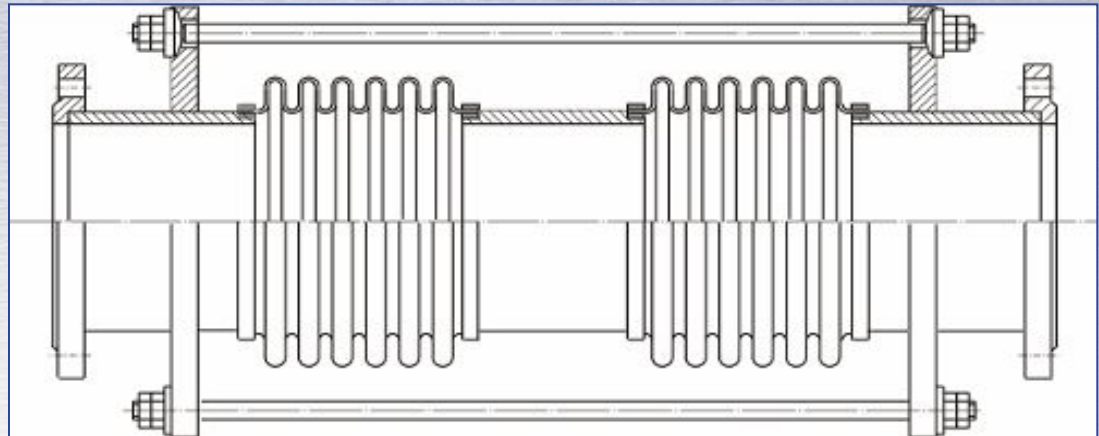
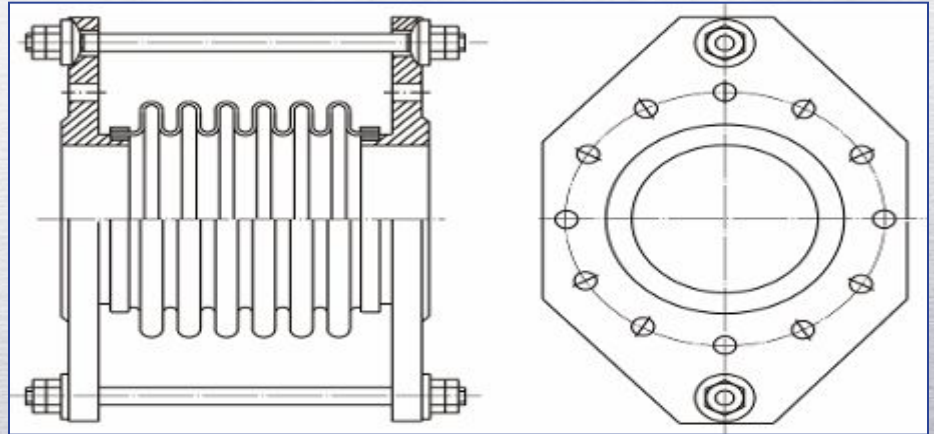


Эксплуатация сдвигового компенсатора





Сдвиговые компенсаторы с резьбовыми шпильками и сферическими шайбами



Ограничительная арматура, выполненная в виде резьбовых шпилек со сферическими опорными шайбами позволяет компенсатору воспринимать сдвиговые перемещения во всех направлениях.

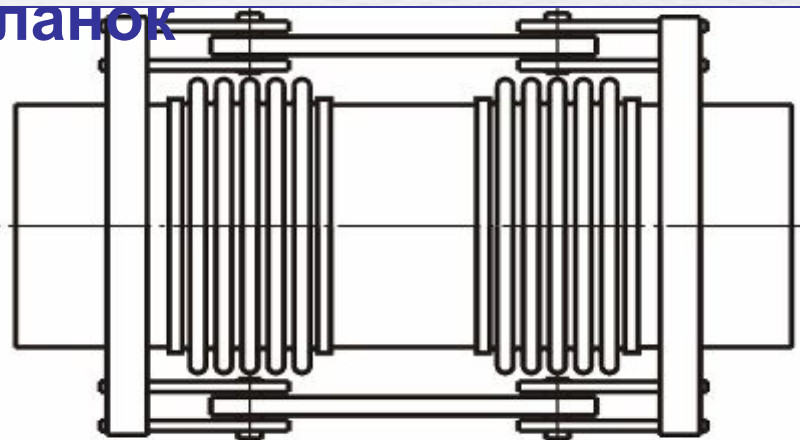


Сдвиговые компенсаторы с резьбовыми шпильками и сферическими шайбами





Сдвиговые компенсаторы с тягами в виде планок

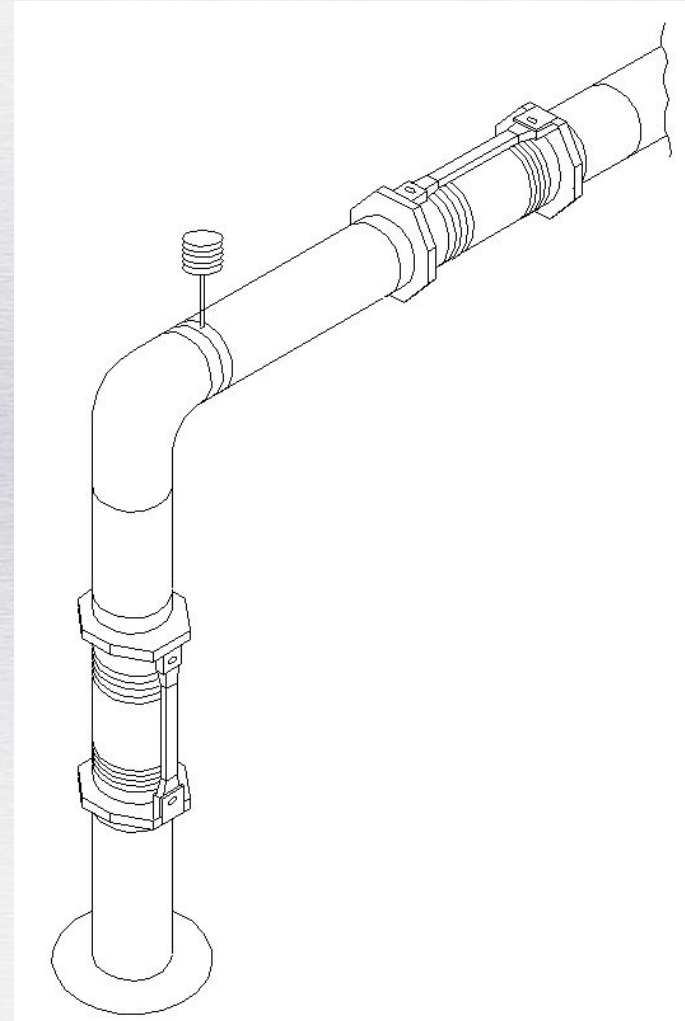
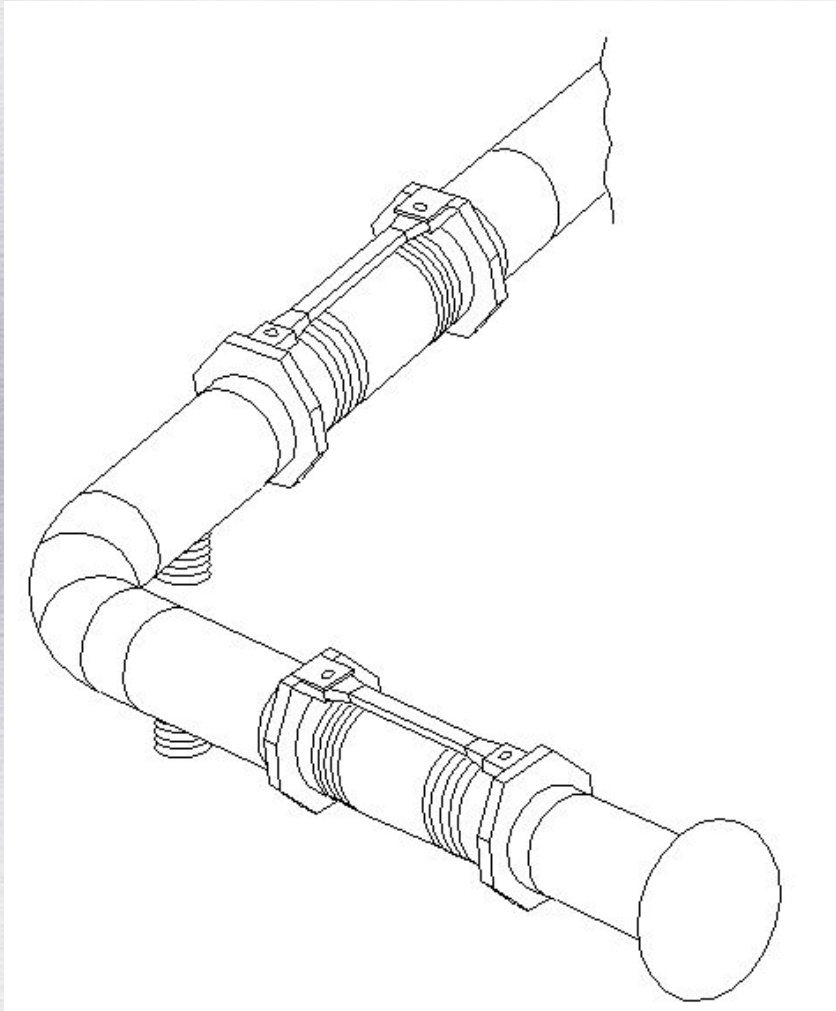


Для более нагруженных сдвиговых компенсаторов тяги ограничительной арматуры изготавливается в виде планок, соединенных при помощи оси.

Такое соединение позволяет компенсатору воспринимать как сдвиговые так и незначительные угловые перемещения только в одной плоскости.

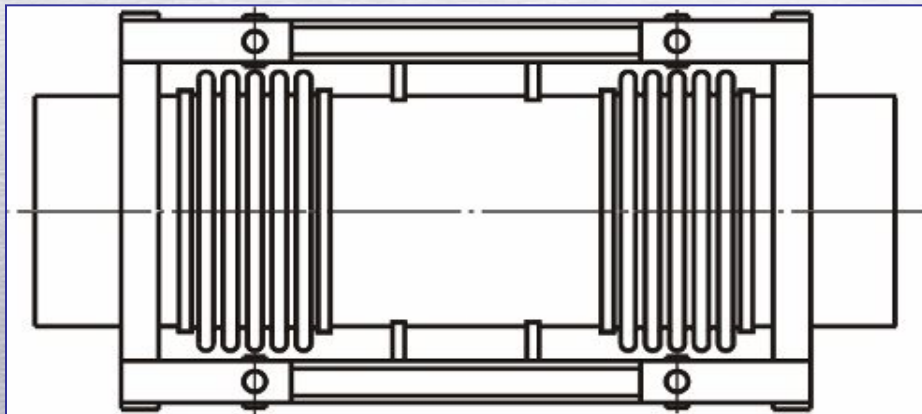


Сдвиговые компенсаторы в обвязке турбины





Карданное соединение тяг сдвигового компенсатора



Когда требуется компенсатор, который может воспринимать сдвиговые перемещения во всех направлениях, применяется карданное соединение элементов ограничительной арматуры.

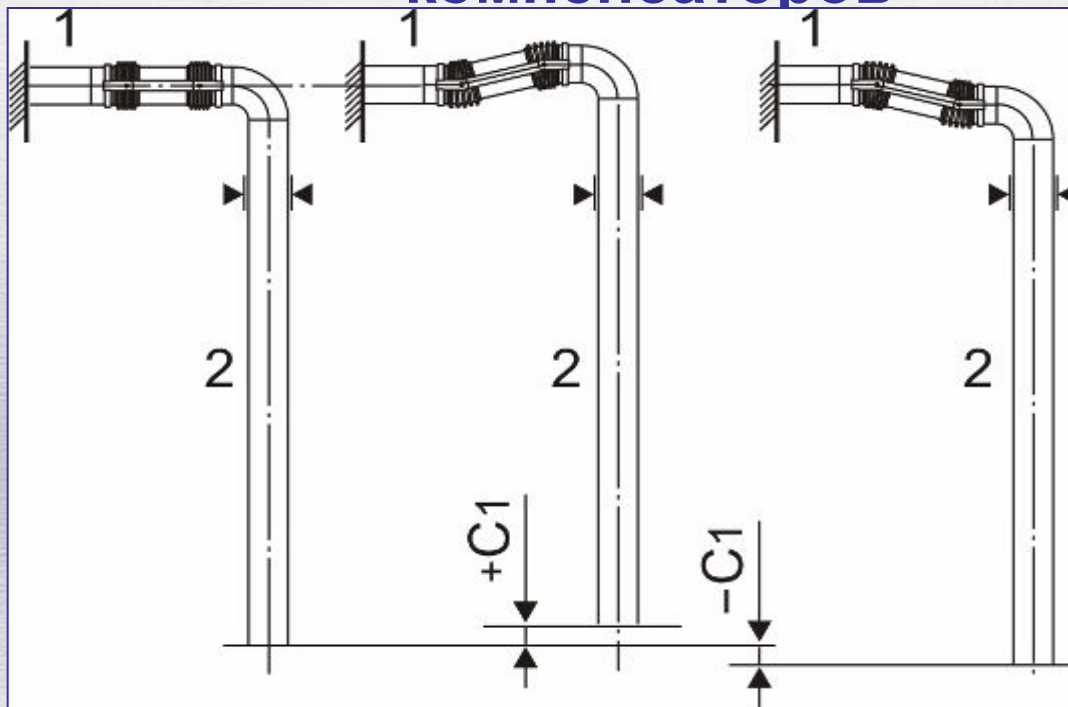


Сдвигово-поворотный сильфонный компенсатор





Компенсация перемещений трубопровода в одной плоскости при помощи сдвиговых компенсаторов

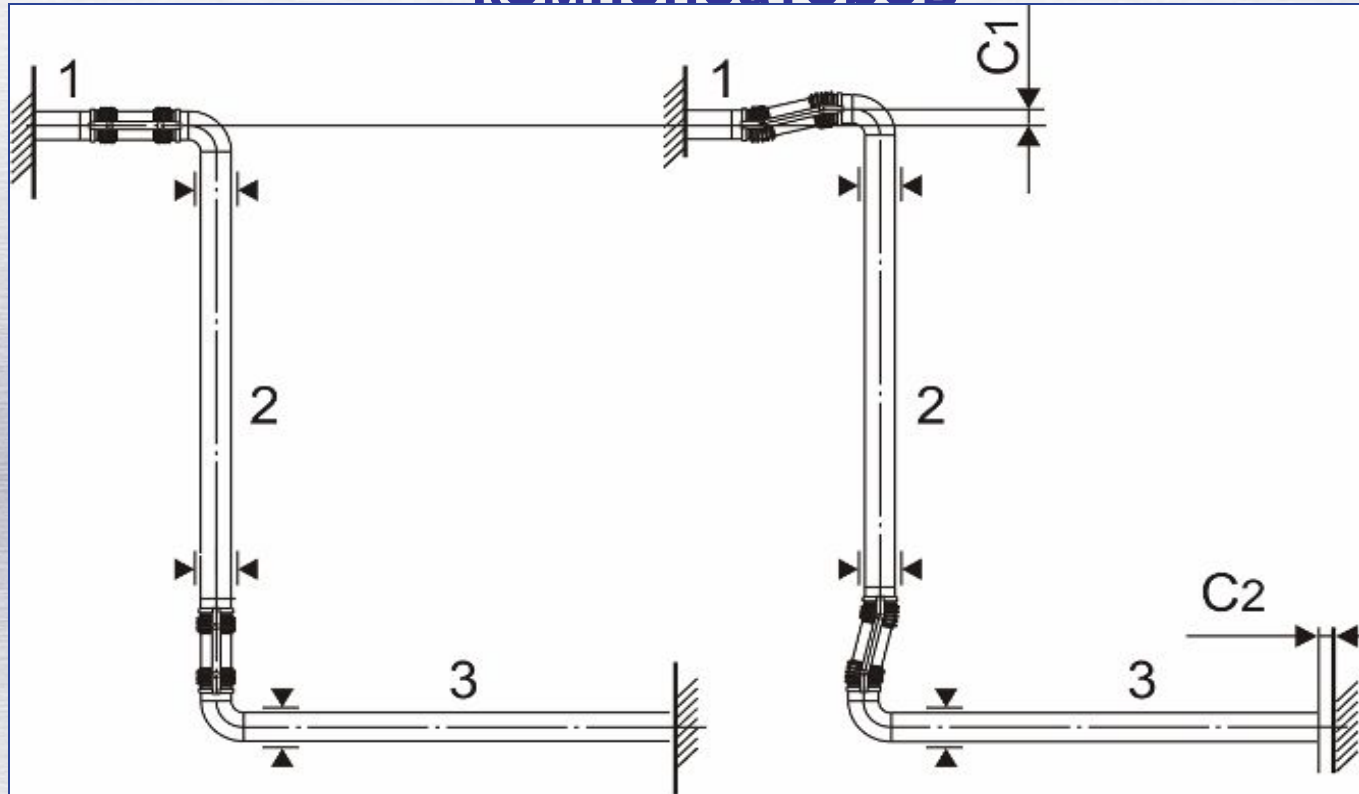


L-образная схема трубопровода

Компенсатор на участке 1 воспринимает температурные перемещения установки в вертикальном направлении (участок 2)



Компенсация перемещений трубопровода в одной плоскости при помощи сдвиговых компенсаторов



Z-образная схема трубопровода

Компенсатор на участке 1 воспринимает температурные перемещения участка 2, а компенсатор на участке 2 воспринимает температурные перемещения участка 3



Схема компенсации перемещений трубопровода при помощи сдвиговых компенсаторов, подвижных в одной плоскости

Монтажное положение
(предварительно напряженное)

Рабочее положение

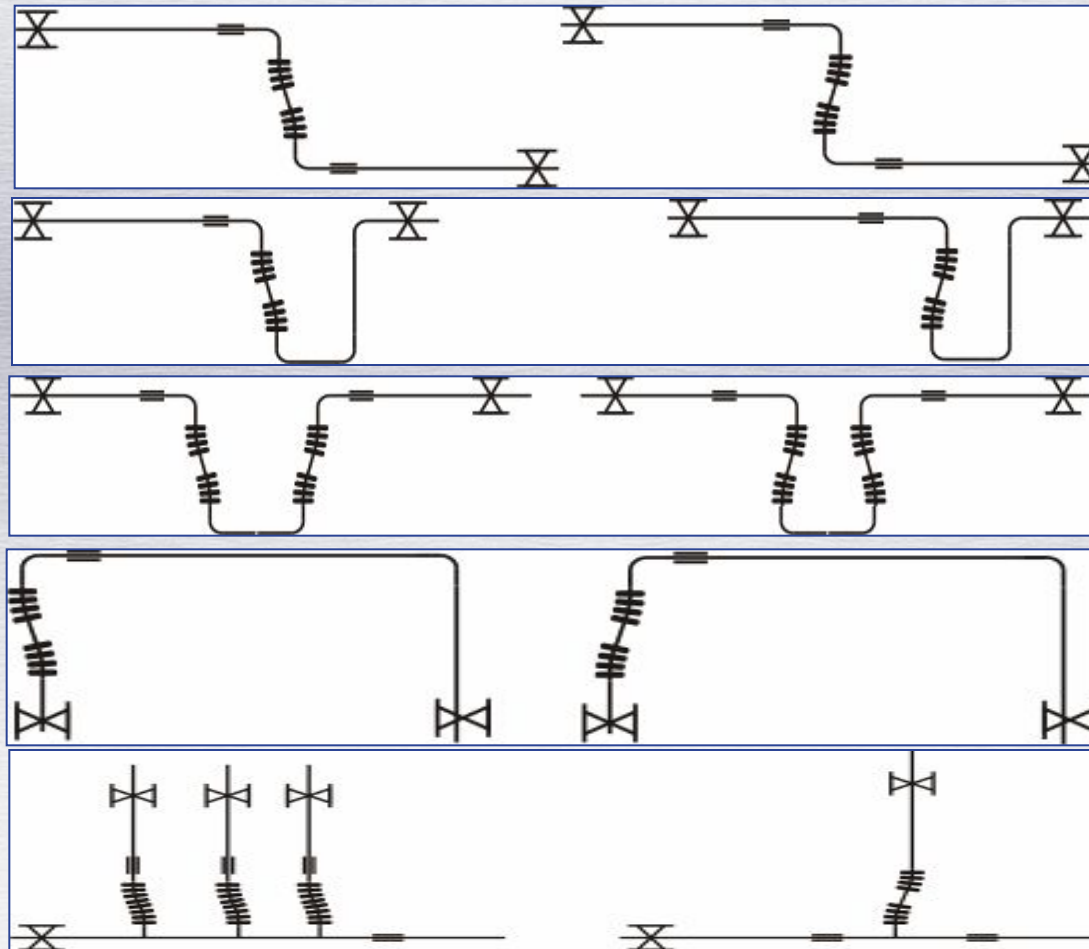




Схема компенсации перемещения пространственного трубопровода при помощи сдвиговых компенсаторов, подвижных во всех направлениях

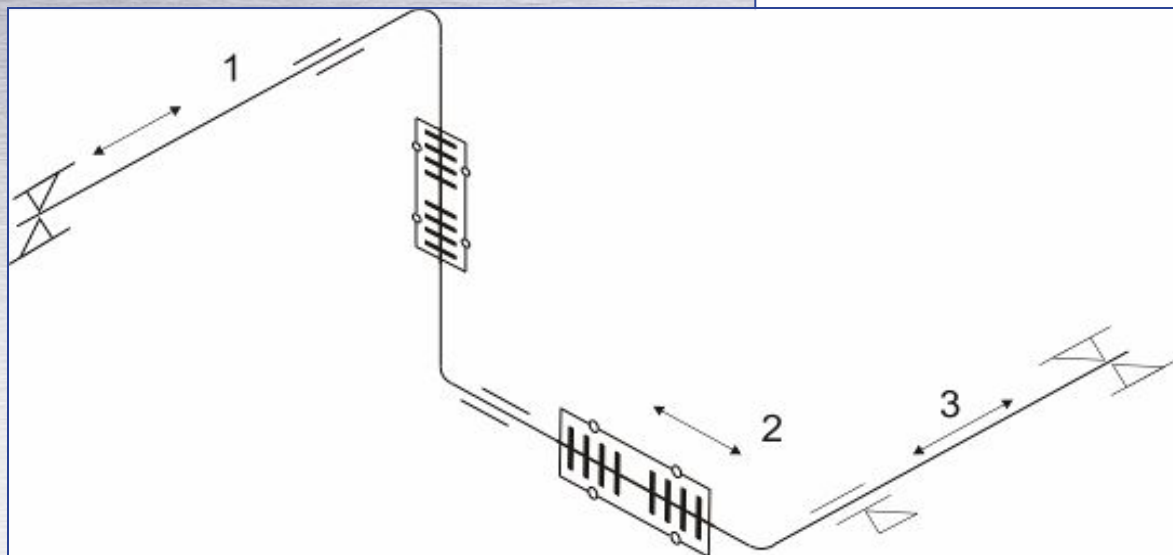
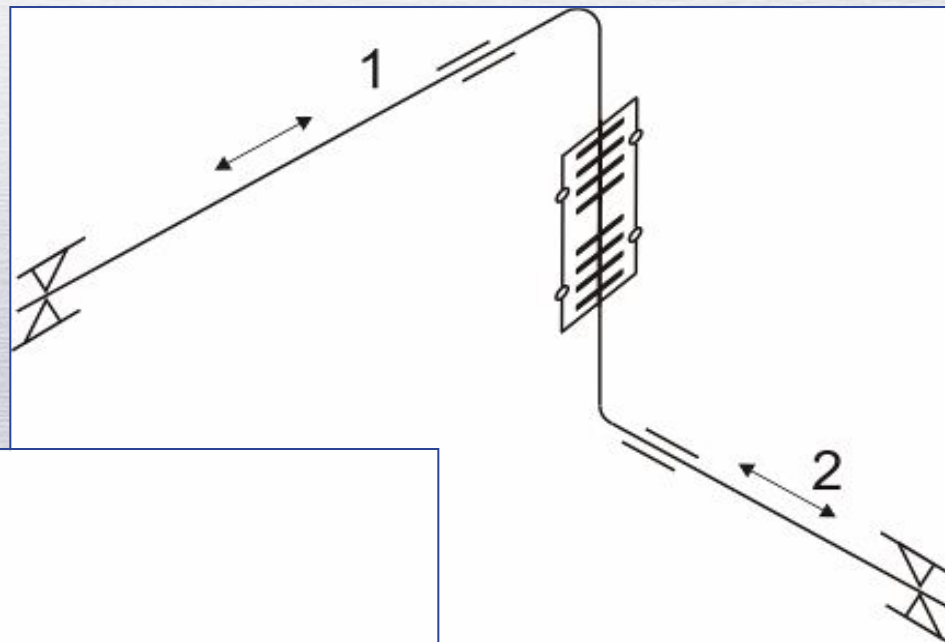




Схема установки сдвиговых компенсаторов в межстенном пространстве резервуаров

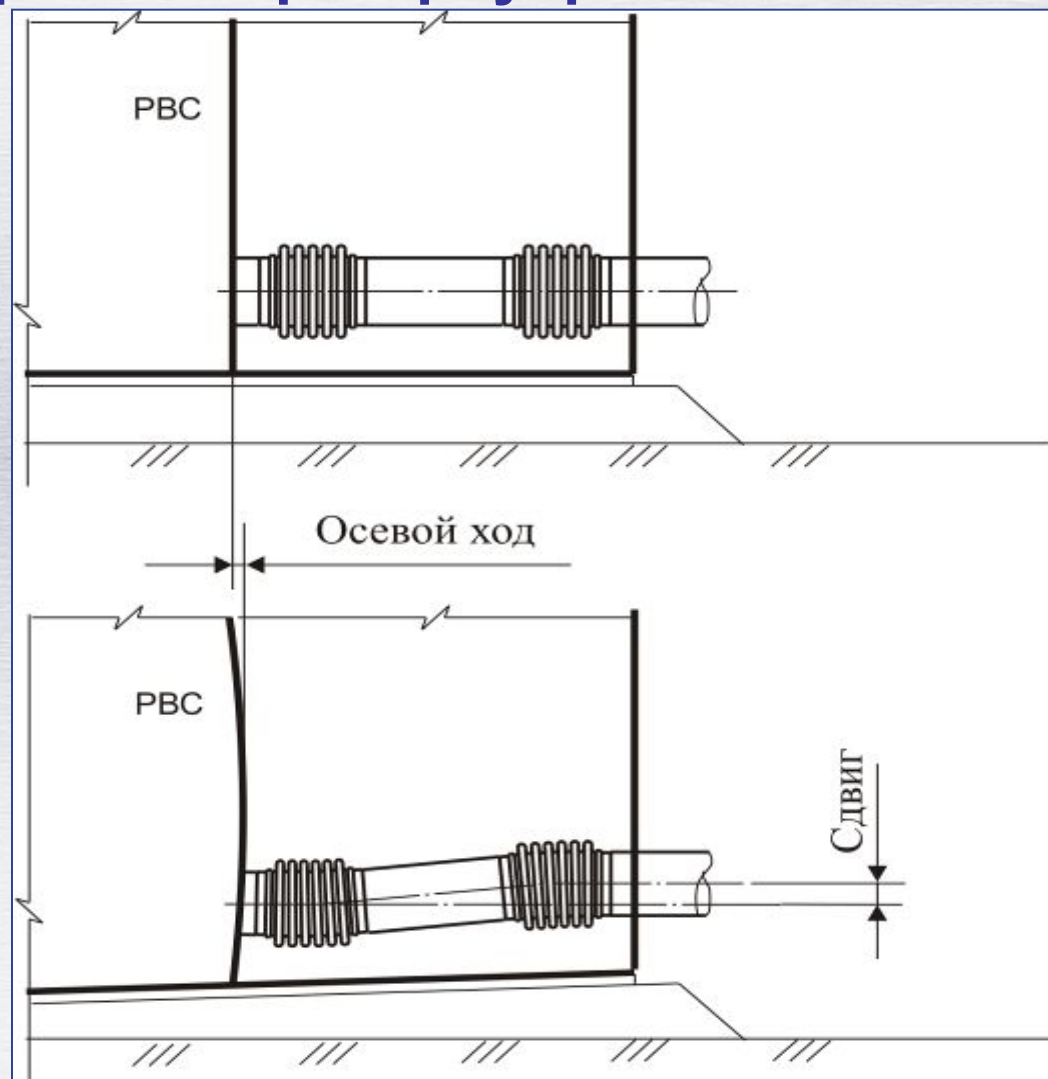
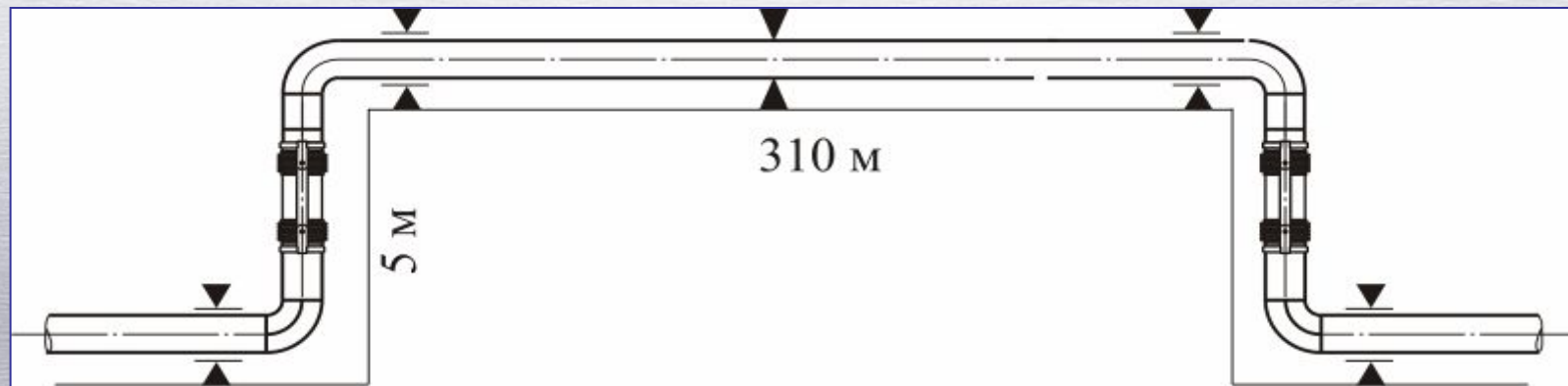




Схема компенсации перемещений трубопровода холодной воды DN 800, PN 3,0 МПа длиной 310 м при помощи сдвиговых компенсаторов



Компенсирующая способность сдвига каждого компенсатора
160 мм

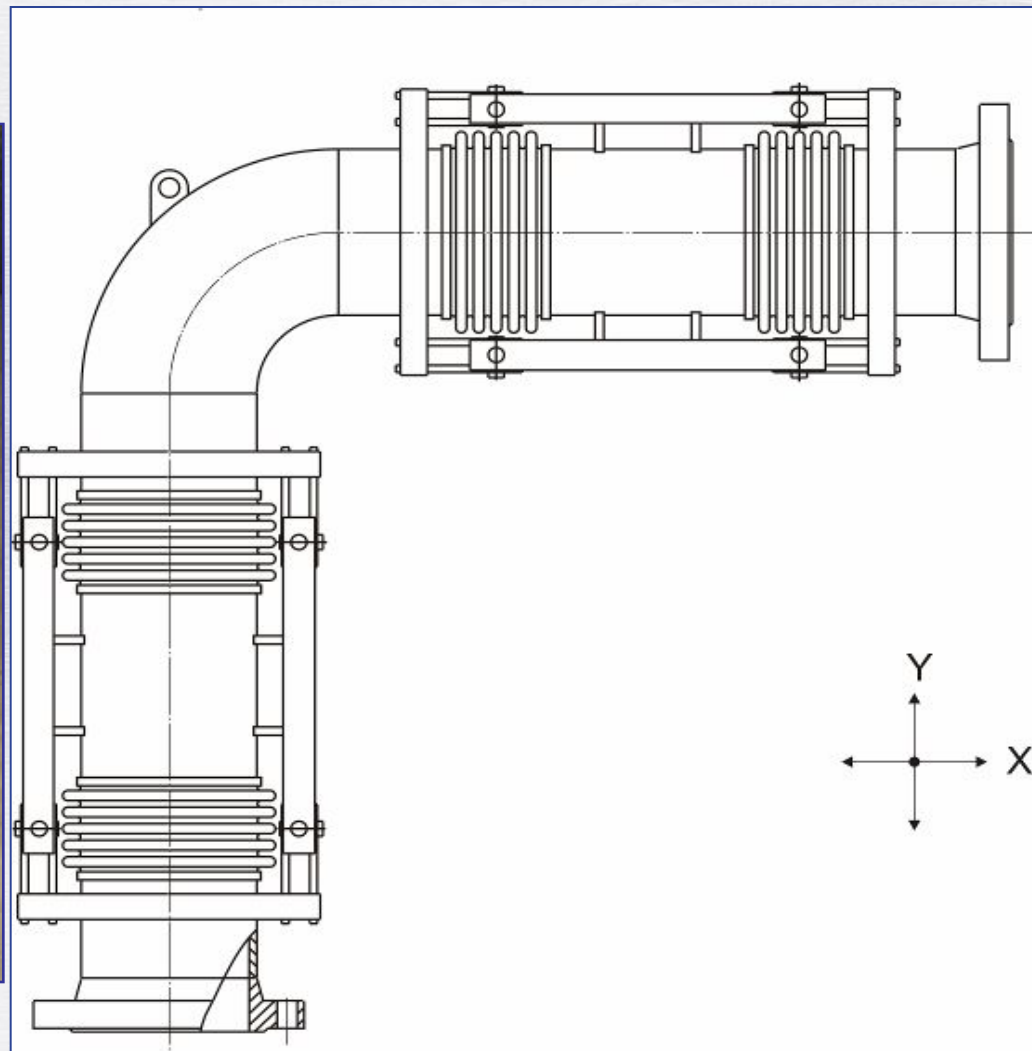


Схема применения сдвиговых компенсаторов на П-образных компенсаторах



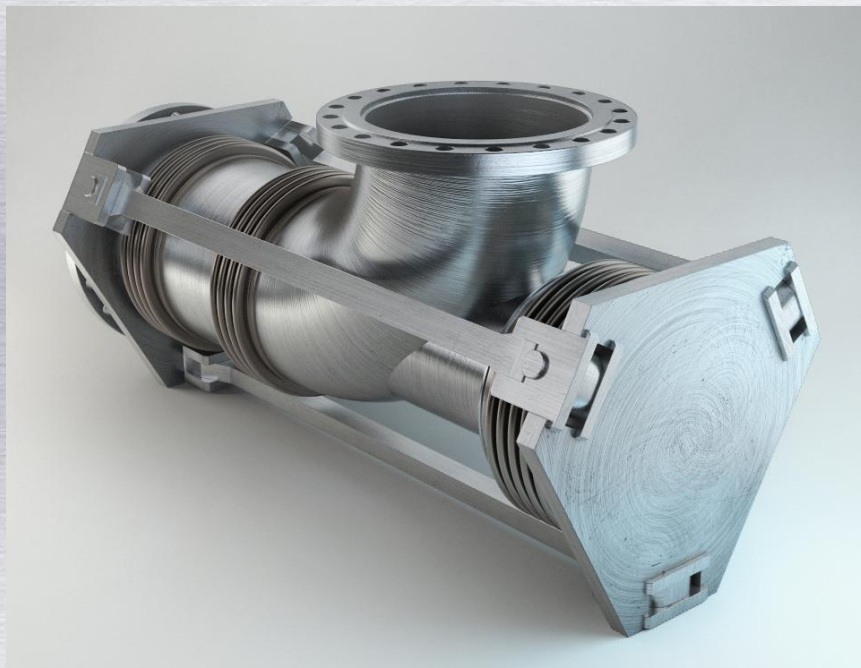


Сильфонное компенсационное устройство, состоящее из двух сдвиговых компенсаторов





РАЗГРУЖЕННЫЕ СИЛЬФОННЫЕ КОМПЕНСАТОРЫ





Разгруженный компенсатор с отводом для компенсации осевых, сдвиговых и угловых перемещений без передачи нагрузки от внутреннего давления

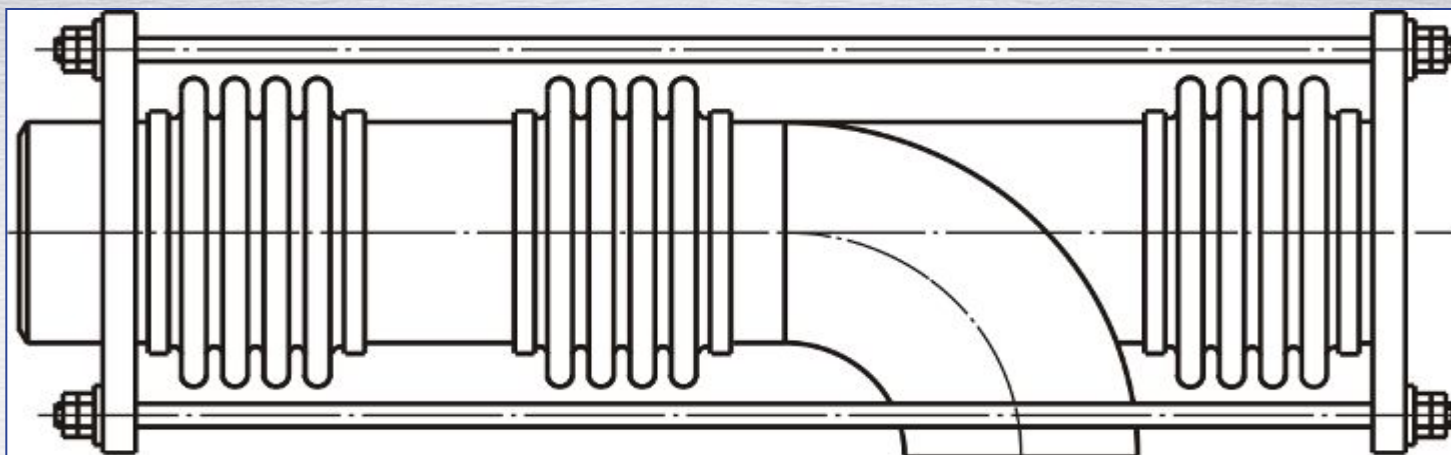
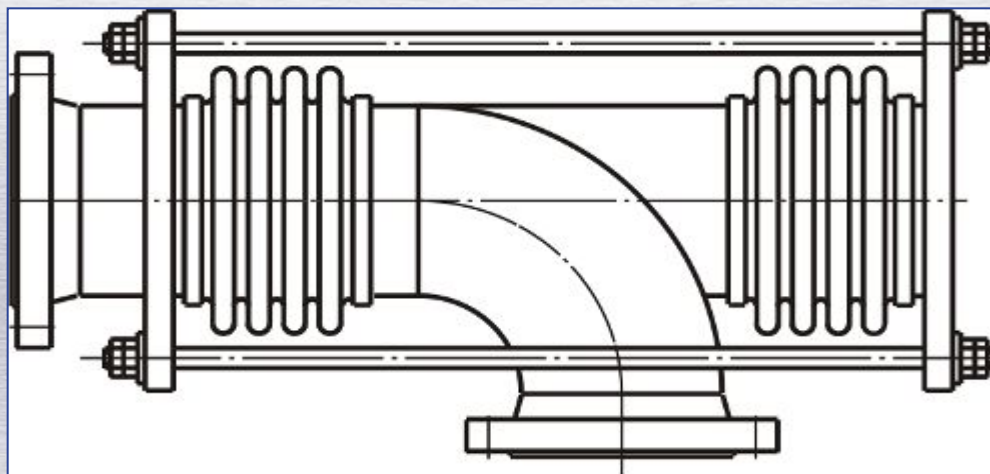
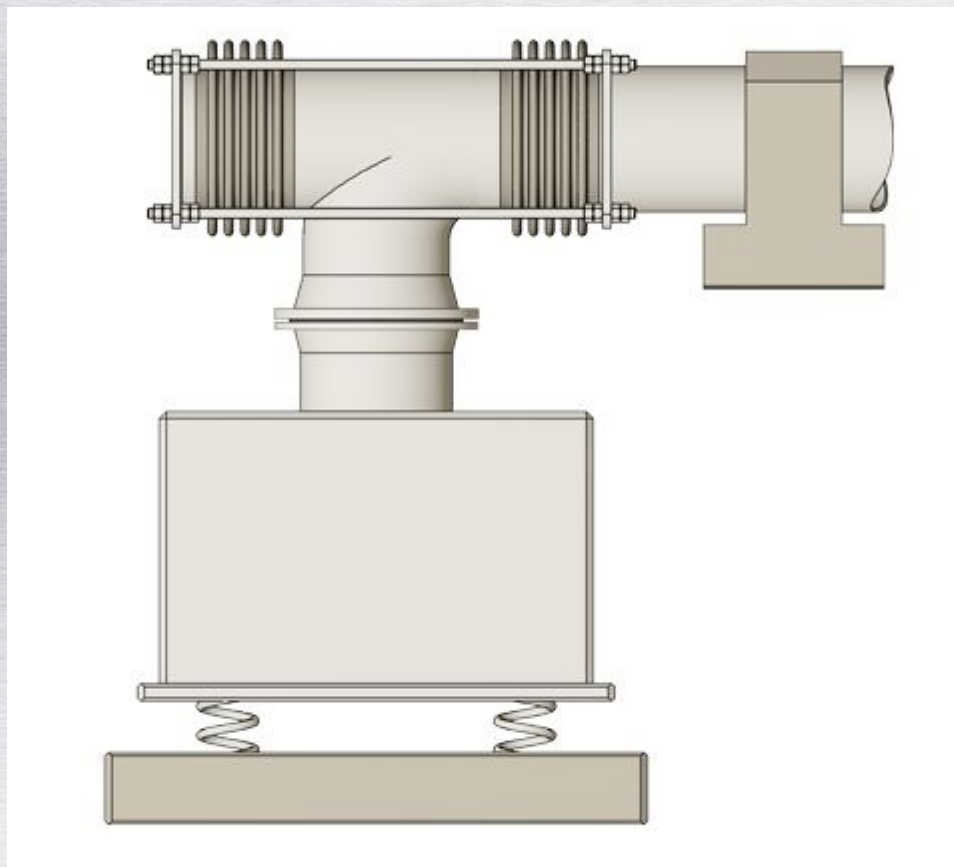


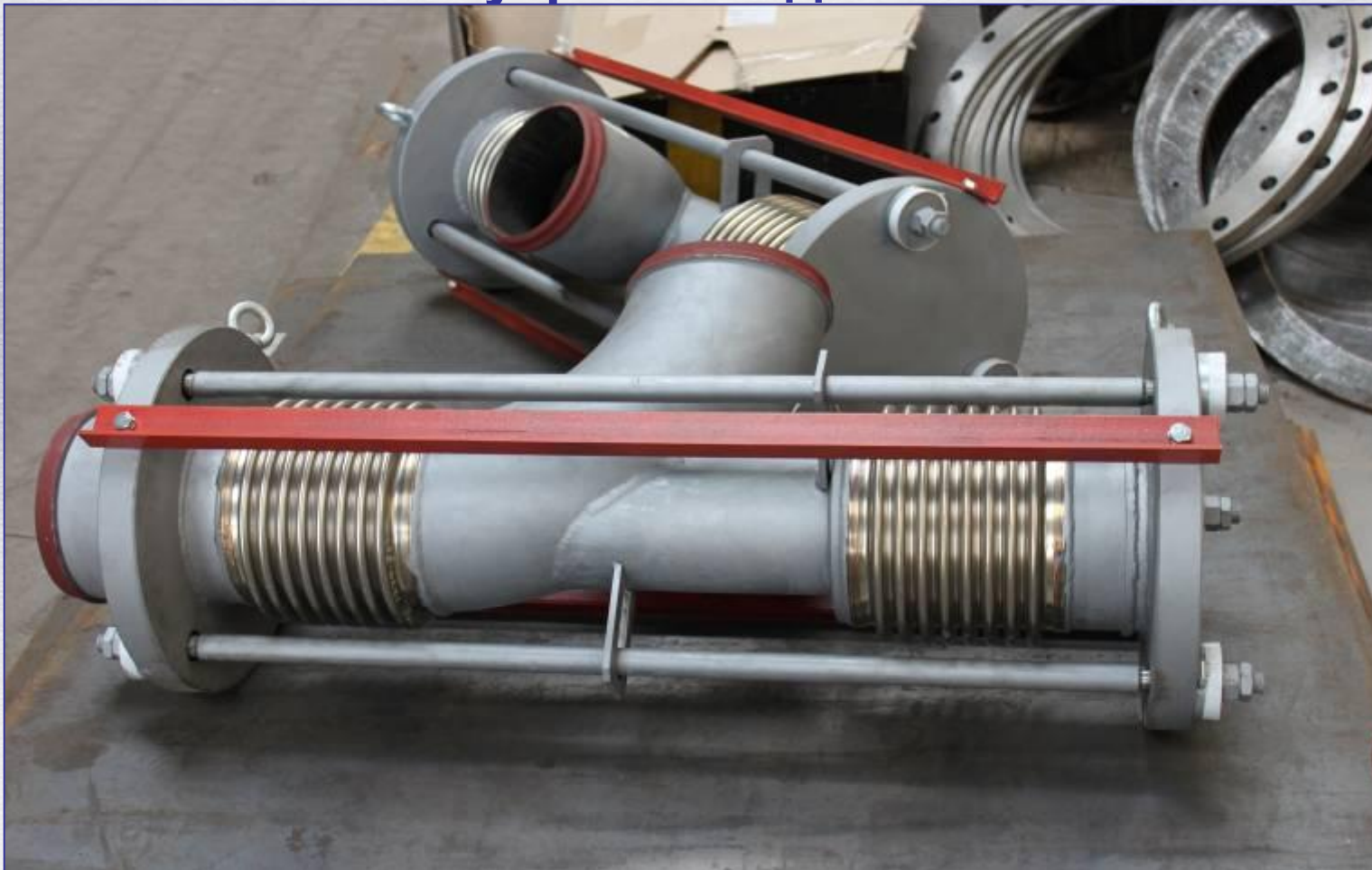


Схема обвязки насоса с применением на входе и на напоре разгруженных сильфонных компенсаторов с отводом





**Разгруженный компенсатор с отводом для
компенсации осевых, сдвиговых и угловых
перемещений без передачи нагрузки от
внутреннего давления**



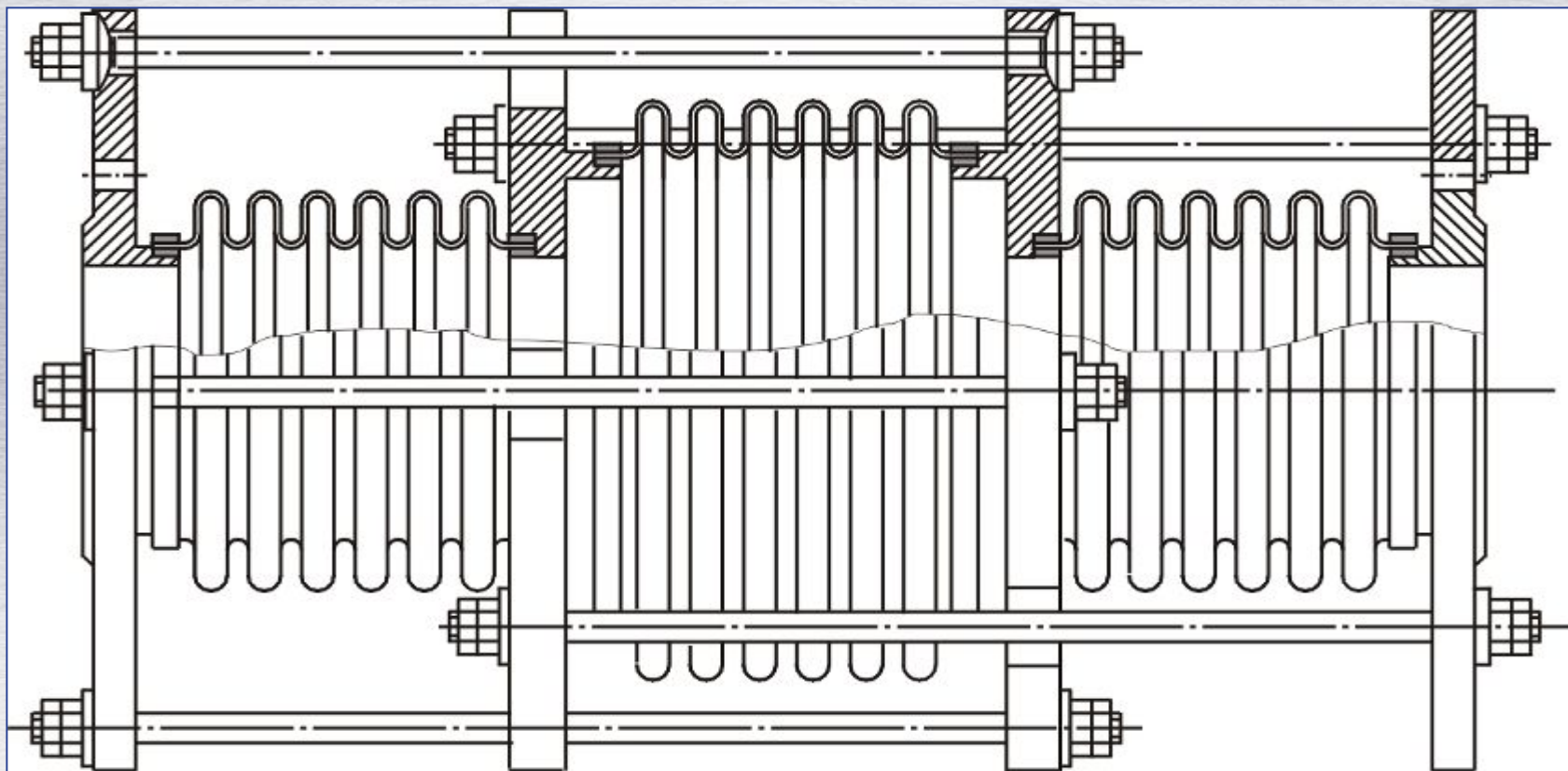


**Разгруженный компенсатор с отводом для
компенсации осевых, сдвиговых и угловых
перемещений без передачи нагрузки от
внутреннего давления**





Разгруженный трехсильфонный компенсатор для компенсации осевых, сдвиговых и угловых перемещений без передачи нагрузки от внутреннего давления





Разгруженный трехсильфонный компенсатор для компенсации осевых, сдвиговых и угловых перемещений без передачи нагрузки от внутреннего давления





Разгруженный трехсильфонный компенсатор для компенсации осевых и сдвиговых перемещений без передачи нагрузки от внутреннего давления





Схемы обвязки насосов с применением сильфонных компенсаторов

Нагрузки и моменты, действующие на патрубки насоса

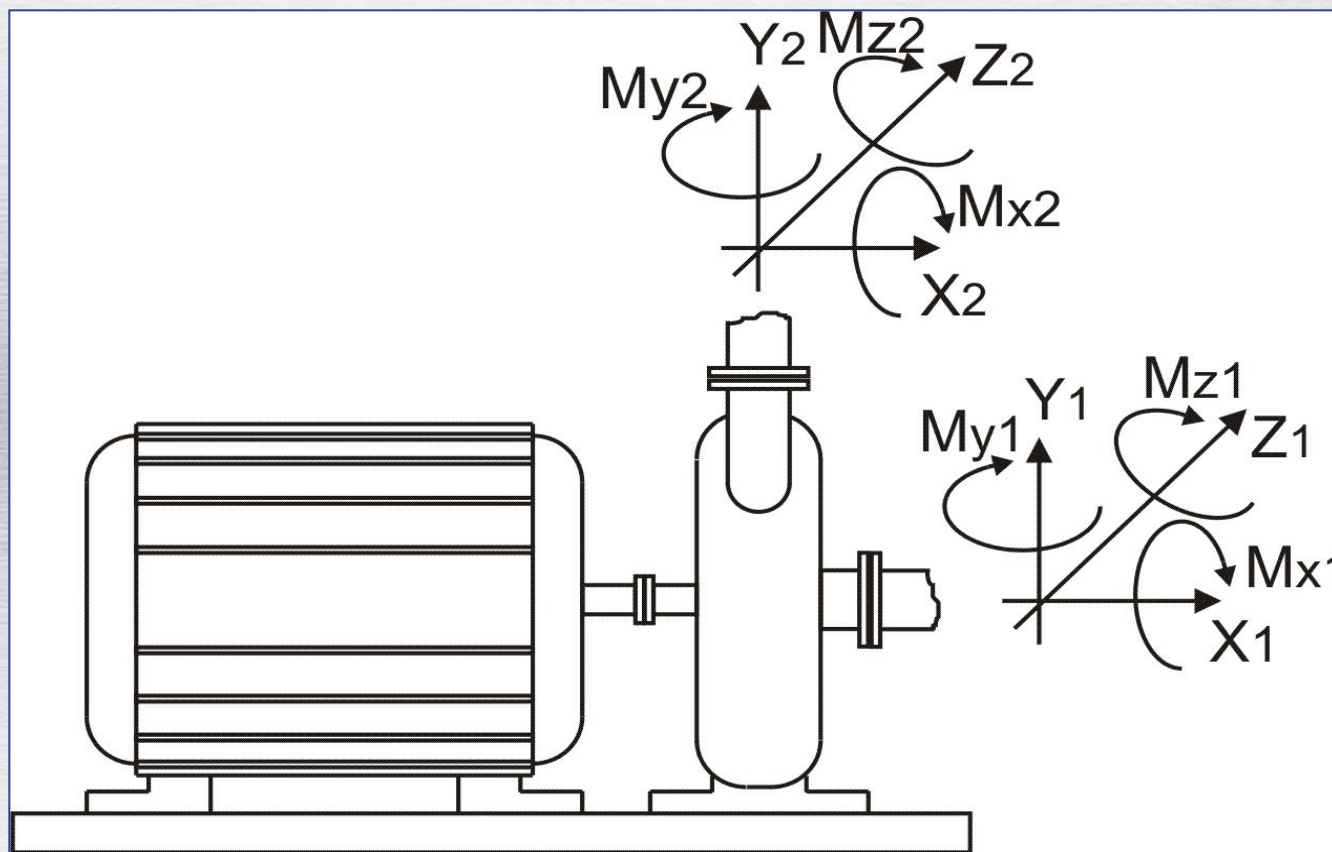




Схема обвязки насоса с применением сдвиговых сильфонных компенсаторов

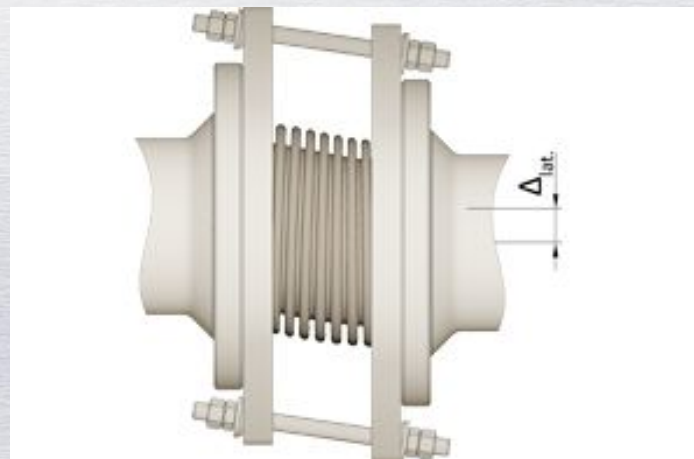
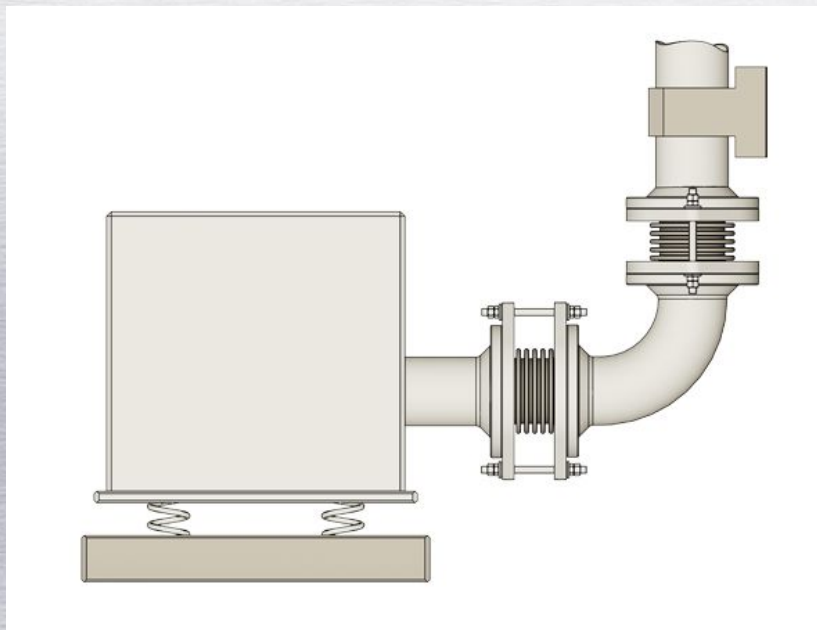
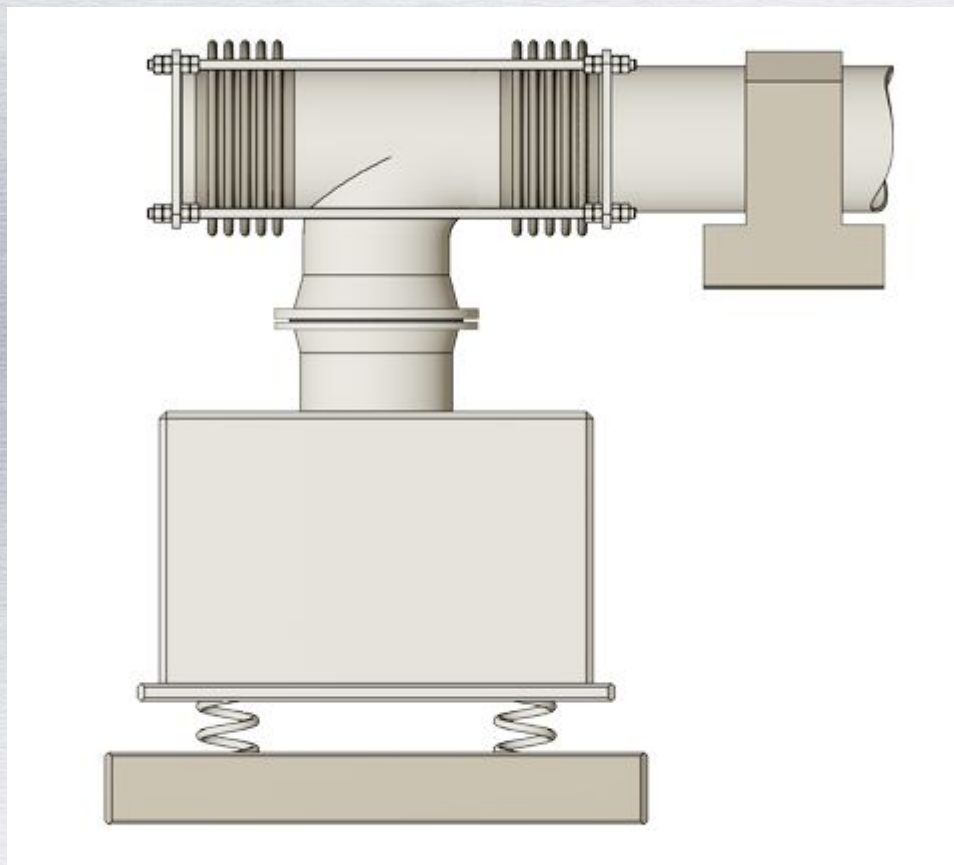


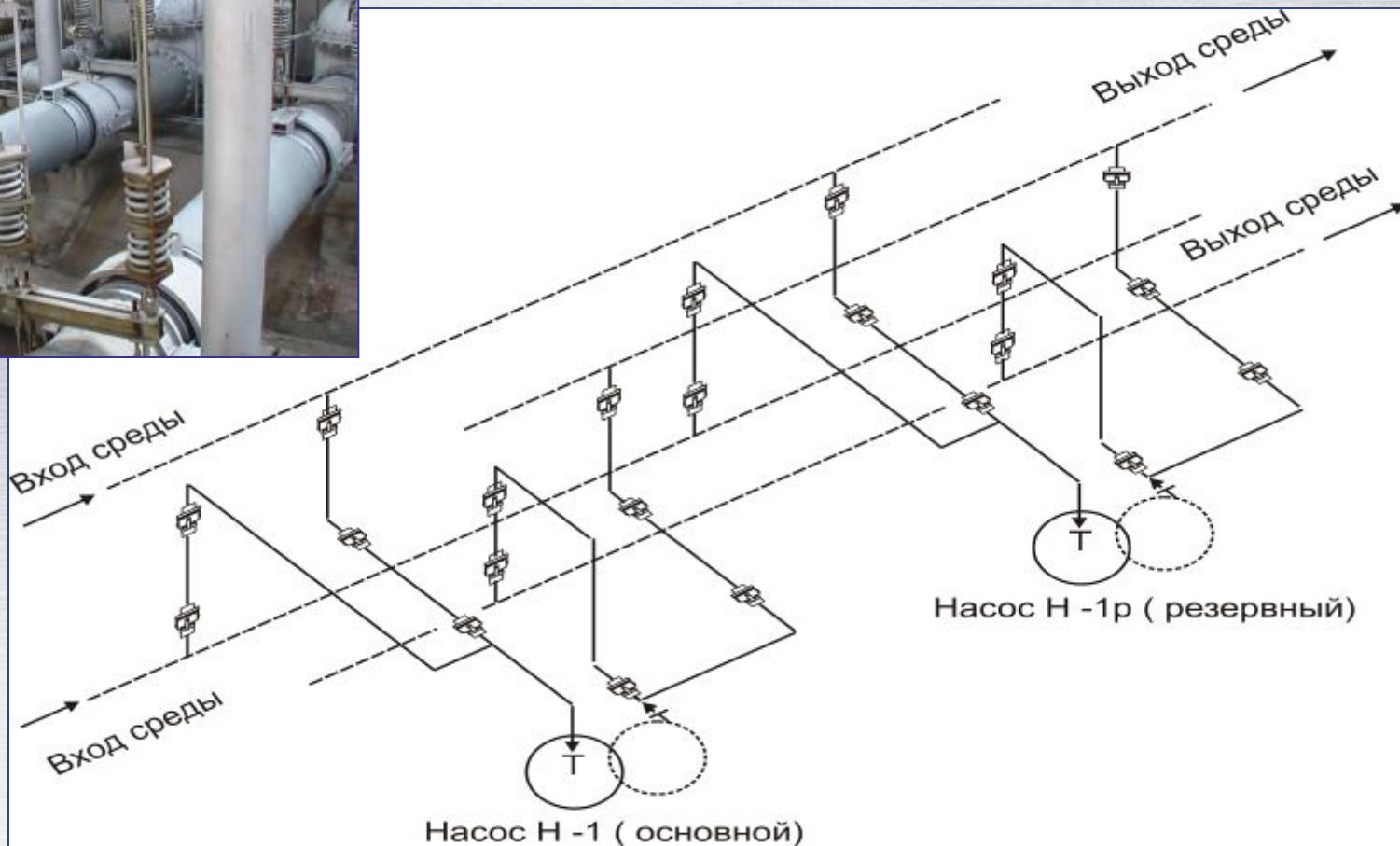


Схема обвязки насоса с применением на входе и на напоре разгруженных сильфонных компенсаторов с отводом





Компенсация температурных деформаций трубопроводов насосов при помощи поворотных карданных компенсаторов





Сдвиговые сильфонные компенсаторы DN 700, 7,5 МПа в обвязке нефтеперекачивающих насосов.



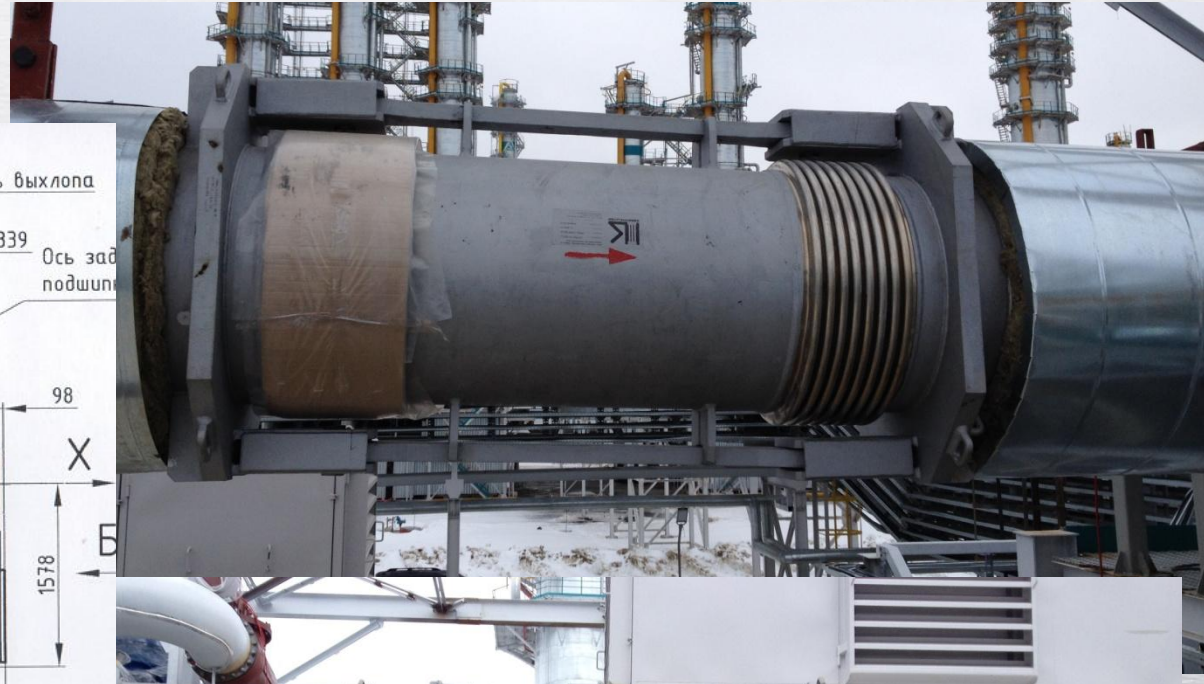
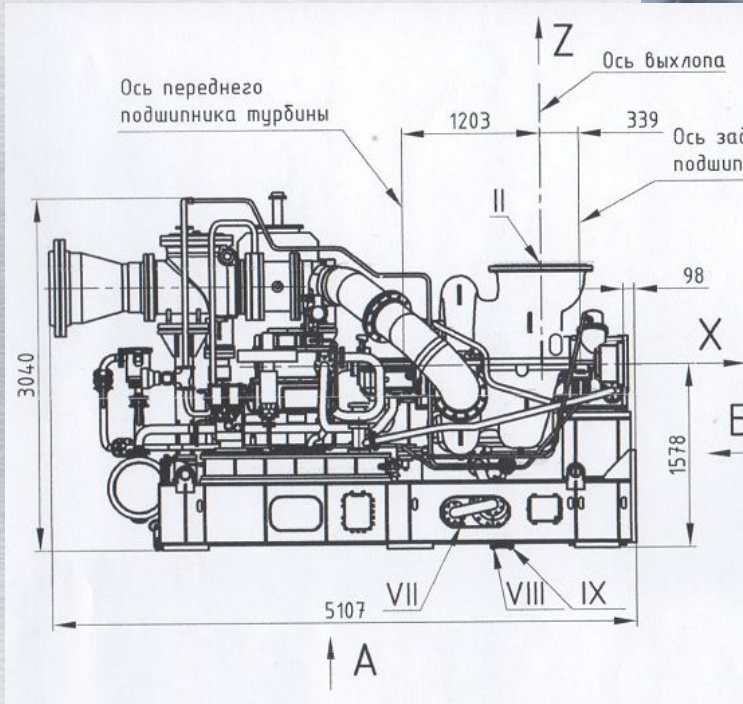


До установки компенсаторов в обвязку нефтеперекачивающих насосов.



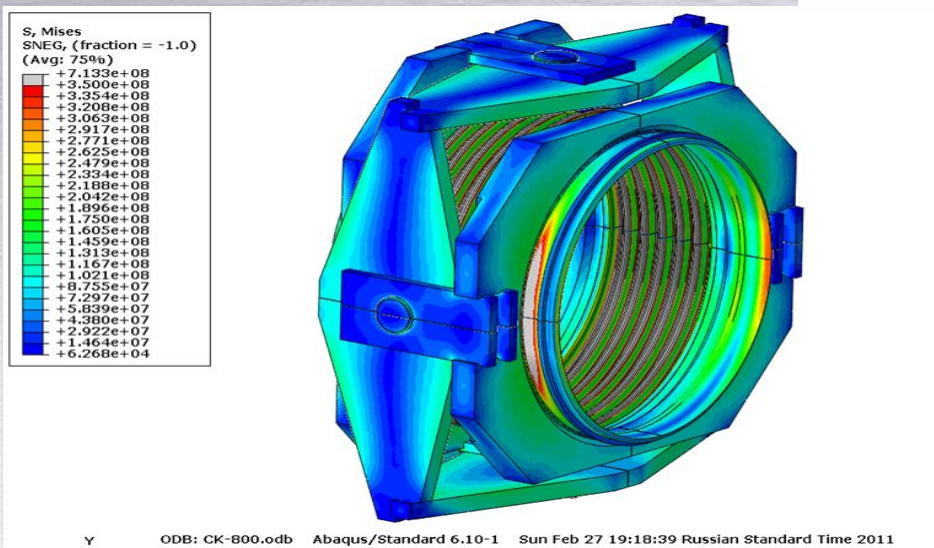
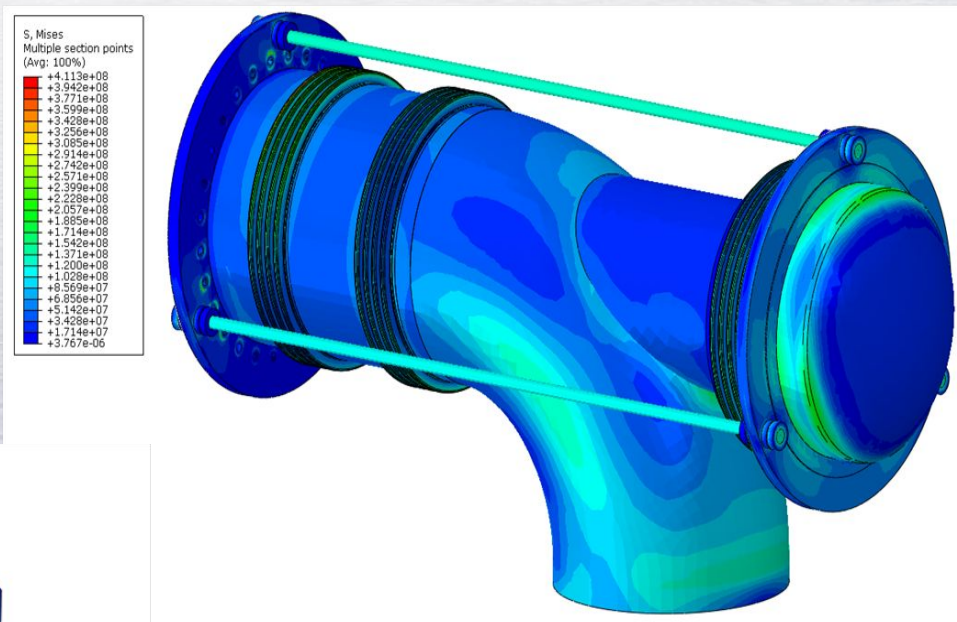


Сдвиговые сальфонные компенсаторы в обвязке турбины

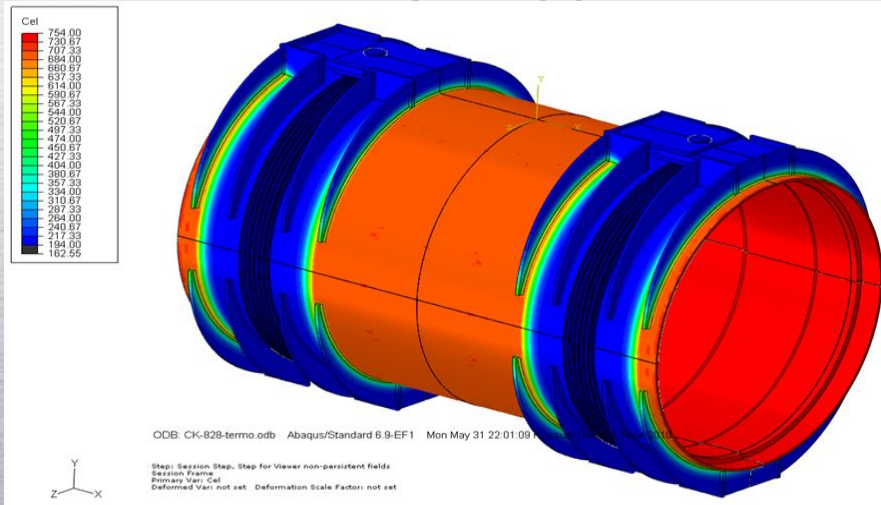


Прочностные расчеты компенсаторов

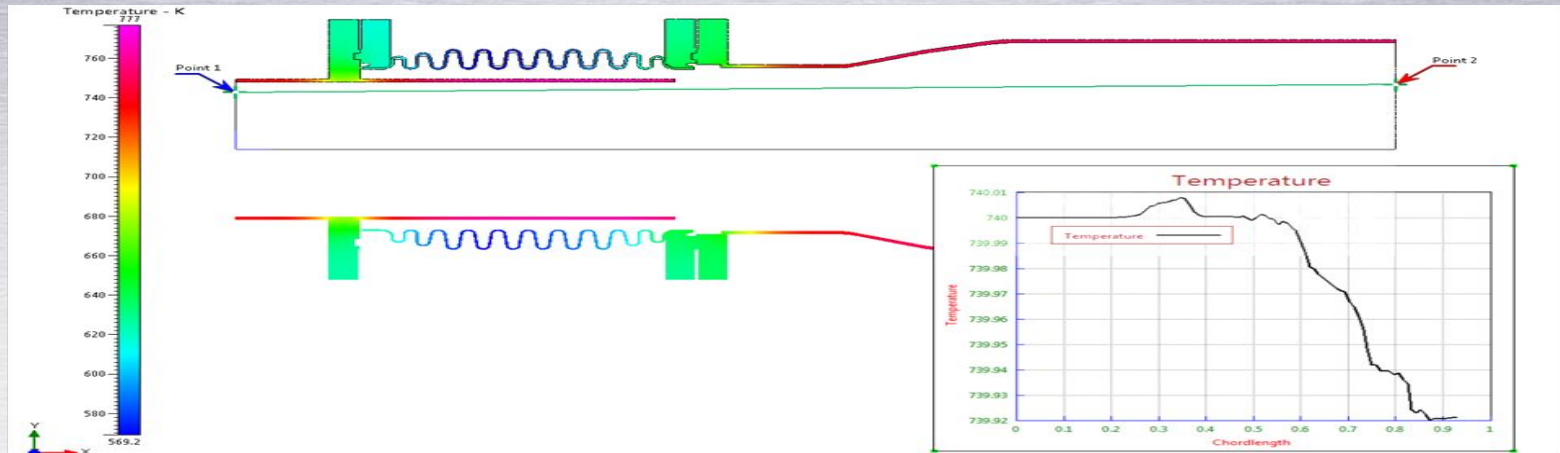
Пример распределения напряжений в конструкциях разгруженного осевого и поворотного карданного компенсаторов.



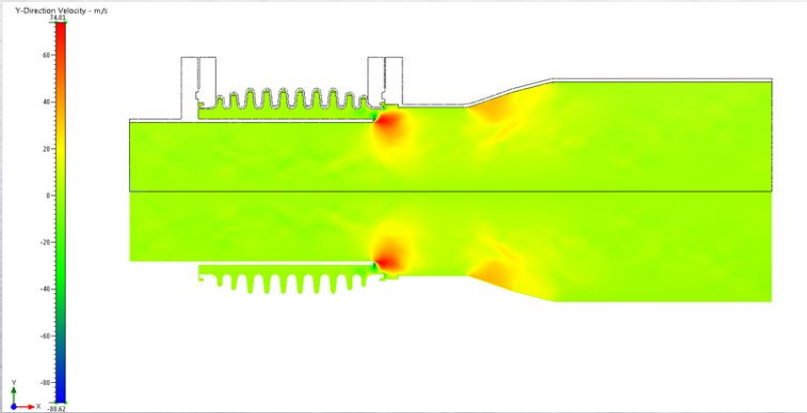
Термодинамические расчеты МКЭ



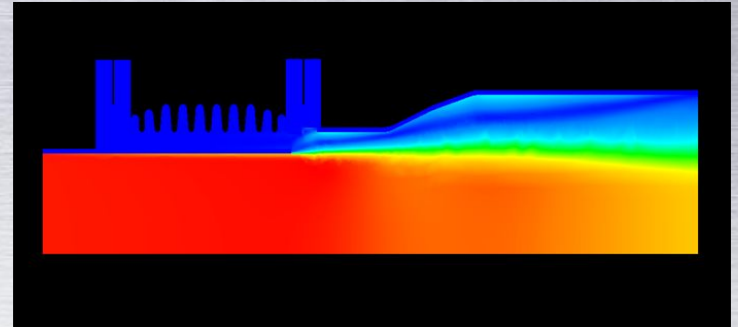
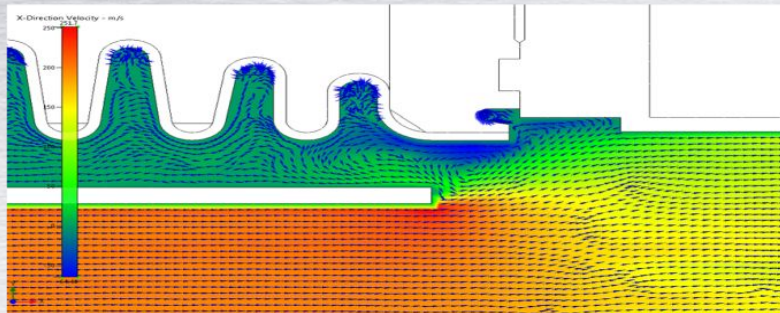
Результат термодинамического расчета.



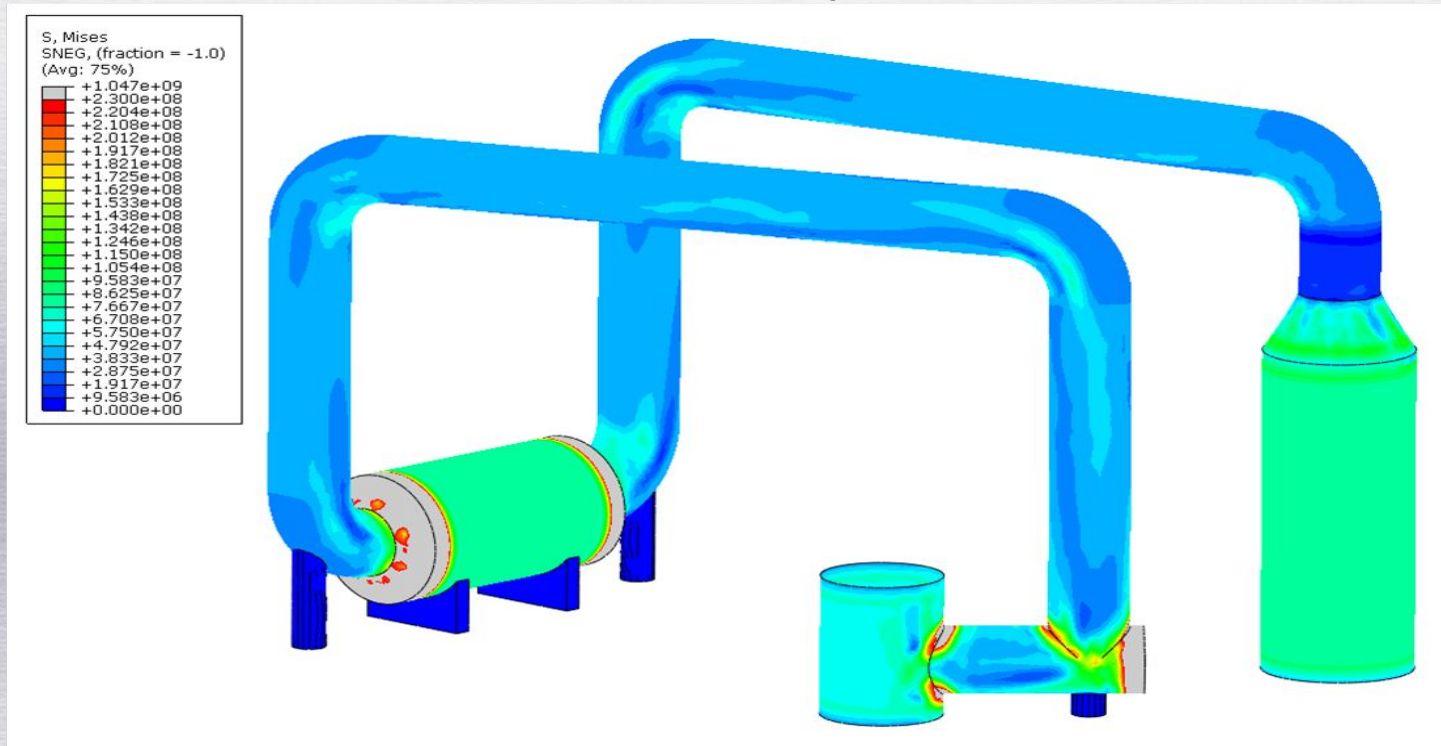
Анализ скорости потока проводимой среды



Результат анализа работы
внутреннего направляющего
патрубка.



Анализ схем трубопроводов



Пример очагов напряжений в системе до установки сильфонных компенсаторов.



**Открытое акционерное общество
«Научно-производственное предприятие
«КОМПЕНСАТОР»**

Корабельная ул., д. 6
Санкт-Петербург, Россия, 198096
Тел. +7 (812) 784 16 69
Факс: +7 (812) 784 97 30
E-mail: mail@kompensator.ru
www.kompensator.ru